

**CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO, ÁCIDOS HÚMICOS E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO**

VALIDORO BAZONI GIRO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2011**

**CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO, ÁCIDOS HÚMICOS E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO**

VALIDORO BAZONI GIRO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**Orientador: Prof. Luciano Pasqualoto Canellas
Co-orientador: Prof. Fábio Lopes Olivares**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2011**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 041/2011

Giro, Validoro Bazoni

Crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de vermicomposto, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento / Validoro Bazoni Giro. – 2011.

93f. : il.

Orientador: Luciano Pasqualoto Canellas

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

Bibliografia: f. 68 – 78

1. Abacaxi 2. Vermicomposto 3. Ácidos húmicos 4. Bactérias promotoras de crescimento 5. *Burkholderia* spp. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.774

**CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO, ÁCIDOS HÚMICOS E BACTÉRIAS
PROMOTORAS DE CRESCIMENTO**

VALIDORO BAZONI GIRO

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 18 de fevereiro de 2011

Comissão Examinadora:

Profa. Alena Torres Netto
(D. Sc., Fisiologia Vegetal) – UENF
(Membro)

Dr. Joventino Fernandes Moreira
(D. Sc., Ciência do Solo) – UENF
(Membro)

Profa. Lílian Borges Estrela Baldotto
(D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) – UFV
(Membro)

Prof. Fábio Lopes Olivares (PhD., Ciência do Solo) – UENF
(Co-Orientador)

Prof. Luciano Pasqualoto Canellas (PhD., Ciência do Solo) – UENF
(Orientador)

Dedico este trabalho aos meus pais: Ademir Antônio Giro e Maria Bazoni Giro, pelo apoio total durante minha caminhada acadêmica, não me esquecendo de meus irmãos: Karina, Valerio e Vitor, e a minha namorada Maria Aparecida (Cida) que acompanharam toda minha persistência e força de vontade para finalização dessa dissertação e formação como mestre. Ao grupo que compõe o NUDIBA (Núcleo de Desenvolvimento de Insumos Biológicos para a Agricultura) pelo apoio físico e psicológico. A todos que conviveram comigo na república, sendo a segunda família, dando o suporte como amigos de trabalho e/ou me incentivando nos momentos tristes e felizes.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, que vem me apoiando desde os meus primeiros passos como estudante. Ao grupo do NUDIBA/LSOL do CCTA/UENF, pelo apoio intelectual e técnico. Aos Professores Luciano, Fábio, Raul, Maribus e Lílian, aos colegas e amigos: Doutores Leonardo, Jader, Alena, Eng. Agrônomo Luíz Gonzaga, Mestranda Kamilla, Manuela, pela imensa ajuda neste trabalho técnico-científico. Ao Sr. José Acácio e ao Prof. Pedro Moneratt, pela paciência e acompanhamento nas análises foliares no Laboratório de Fitotecnia – LFIT - Setor de Nutrição Mineral de Plantas. Ao Laboratório de biotecnologia *Biomudas*, localizado na rodovia BR 262 - KM 108 - São João de Viçosa, Venda Nova do Imigrante - ES – Brasil; CEP: 29375-000, pela doação das mudas micropropagadas para este experimento.

Aos amigos do curso de Agronomia que colaboraram na implantação, acompanhamento, coleta e pós-coleta do ensaio: Cássio, (João, Saul e Lucas - da nossa República Tio Xico) e, também, àqueles que me deram apoio através da amizade nos momentos de dificuldade, sobretudo minha família (Ademir, Maria, Karina, Valerio e Vitor) e meu Amor, “Cida”. Agradeço aos amigos de classe da turma de Agronomia 2004. Finalmente, ao apoio financeiro do Programa de Pós-Graduação/UENF pela bolsa de mestrado, bem como ao CNPq, FAPERJ e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para a Fixação Biológica de Nitrogênio (INCT-FBN) que viabilizaram a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. O abacaxizeiro.....	3
2.1.1. Importância econômica.....	4
2.1.2. Métodos de propagação.....	4
2.1.2.1. Importância da Micropropagação.....	5
2.1.3. Exigências nutricionais.....	6
2.1.4. Diagnose nutricional.....	7
2.2. Vermicomposto de esterco bovino.....	8
2.3. Substâncias húmicas.....	13
2.4. Bactérias promotoras de crescimento vegetal.....	14
2.4.1. Gênero <i>Burkholderia</i>	17
3. HIPÓTESE.....	18
4. OBJETIVOS.....	19
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1. EXPERIMENTO PILOTO.....	20
5.1.1. Fatores em estudo.....	20
5.1.2. Material vegetal.....	22

5.1.3. Vermicomposto de esterco bovino.....	22
5.1.4. Isolamento de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino.....	23
5.1.5. Crescimento bacteriano e inoculação.....	24
5.1.6. Condução do experimento.....	24
5.1.7. Análises biométricas.....	25
5.1.8. Composição mineral.....	25
5.1.9. Contagem de bactérias totais.....	26
5.1.10. Análise dos dados.....	26
5.2. EXPERIMENTO DEFINITIVO.....	27
5.2.1. Fatores em estudo.....	27
5.2.2. Material vegetal.....	29
5.2.3. Vermicomposto de esterco bovino, isolamento de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino e crescimento bacteriano e inoculação.....	29
5.2.4. Condução do experimento.....	29
5.2.5. Análises biométricas.....	31
5.2.6. Composição mineral.....	31
5.2.7. Contagem de bactérias totais.....	31
5.2.8. Análise dos dados.....	31
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6.1. EXPERIMENTO PILOTO.....	32
6.2. EXPERIMENTO DEFINITIVO.....	47
RESUMO E CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
APÊNDICES.....	79

RESUMO

GIRO, VALIDORO BAZONI. Mestre em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2011; CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO, ÁCIDOS HÚMICOS E BACTÉRIAS PROMOTÓRAS DE CRESCIMENTO. Orientador: Professor Luciano Pasqualoto Canellas.

A biotecnologia de produção de mudas via propagação *in vitro*, já está acessível aos produtores favorecendo a instalação de lavouras mais homogêneas com mudas mais tolerantes às pragas e doenças. Entretanto, a dificuldade de enraizamento e a lentidão no crescimento requerem muito tempo para aclimatização das mudas antes do transplântio. A promoção do crescimento vegetal por microrganismos benéficos e/ou frações bioativas da matéria orgânica, tais como os ácidos húmicos, poder ser uma alternativa viável para diminuição do período em casa de vegetação e melhoria da eficiência de uso de nutrientes na cultura do abacaxizeiro. Neste trabalho foram avaliados o crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta a aplicação de vermicomposto de esterco bovino, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento no substrato, por meio de dois experimentos: Experimento Piloto: Escolha das melhores combinações para desenvolvimento de mudas em casa-de-vegetação. Experimento Definitivo: Confirmação das combinações mais promissoras como substrato para plantio de mudas de abacaxi, comparando-os a um substrato com fertilização sintética. Os resultados obtidos evidenciam a importância do

vermicomposto de esterco bovino (VEB) na proporção de 1/3 na composição do substrato, bem como sua importância como veículo para inoculação de bactérias promotoras de crescimento em mudas de abacaxizeiro cultivar 'Vitória' no período de aclimação. A aplicação de ácidos húmicos e bactérias não promoveram efeitos significativos na promoção do crescimento das plantas quando Latossolo Amarelo foi o substrato principal ou quando houve possível competitividade das bactérias inoculadas contra bactérias nativas do vermicomposto. Em conclusão, o VEB adicionado como substrato para cultura do abacaxizeiro cultivar 'Vitória' micropropagado é eficiente para acelerar a fase de crescimento e aumentar a composição nutricional das plantas, conferindo maior chance de adaptabilidade das mudas às condições de crescimento e desenvolvimento a campo.

ABSTRACT

GIRO, VALIDORO BAZONI. Mestre em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; February, 2011. PINEAPPLE GROWTH OF 'VITÓRIA' PINEAPPLE IN RESPONSE TO THE APPLICATION OF VERMICOMPOST, HUMIC ACIDS AND GROWTH PROMOTING BACTERIA. Adviser: Professor Luciano Pasqualoto Canellas.

Biotechnology applied to plant production by in vitro propagation have been available for farmers favoring more homogeneous stands and increased tolerant crops against pests and diseases. However, the difficulty of rooting and slow growth rates requires much more time for acclimatization of the plantlets before transplanting. The plant growth promotion by beneficial microorganisms and/ or bioactive fractions of organic matter such as humic acids seems to be a viable alternative for reducing the greenhouse period of growth and increasing the efficiency of nutrient use in pineapple cultivation. This study was carried out to evaluate the growth of the 'Vitória' pineapple in response to application of vermicompost from bovine manure, humic acids and plant growth promoting bacteria applied to the substrate by means of two experiments: Pilot Experiment: Evaluation of the best combinations for developing seedlings at greenhouse. Conclusive Experiment: Confirmation of the best combinations as a substrate for planting of pineapple, comparing them to a substrate with synthetic fertilizer. The results had shown the importance of bovine manure vermicompost (BMV) at a ratio of 1/3 mixture into substrate, as well as its importance as a

vehicle for inoculation of plant growth-promoting bacteria on seedlings of 'Vitória' pineapple in the acclimation period. The application of humic acids and bacteria did not cause significant effects on plant growth when Oxisol type soil was the main substrate or when there was possible competition between inoculated bacteria and native earthworm microorganisms. In conclusion, the BMV added as substrate for cultivation of 'Vitória' pineapple micropropagated is effective for accelerating the growth phase and increasing the nutritional composition of plants, increasing its survival and adaptability to the field conditions.

LISTA DE ABREVIATURAS

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

INCAPER: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural;

FAO: Food and Agriculture Foundation;

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;

UAP: Unidade de Apoio à Pesquisa;

C/N: Relação entre Carbono e Nitrogênio;

v/v: Relação volume e volume;

SH: Substâncias Húmicas;

AH: Ácidos Húmicos;

BPCV: Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal;

V: Vermicomposto;

VEB: Vermicomposto de Esterco Bovino;

MUV: Matéria Úmida do Vermicomposto (%);

MSV: Matéria Seca do Vermicomposto (%);

M_{água}: Massa de Água (g);

BAC_(s): Solução de bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) misturada ao substrato;

BAC_(p): Solução de bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) aplicada na folha via pulverização;

N, P e K: Nitrogênio, Fósforo e Potássio, como fonte respectiva: Uréia, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio;

NMP: Número Mais Provável de Bactérias Diazotróficas (\log_{10});

CD: Comprimento da Folha D (cm);

LD: Largura da Folha D (cm);

DB: Diâmetro da Base (mm);

NF: Número de Folhas;

ALT: Altura (cm);

DR: Diâmetro da Roseta (cm);

AF: Área Foliar (cm²);

MFR: Matéria Fresca da Raiz (g);

MSR: Matéria Seca da Raiz (g);

AR: Área Radicular (cm²);

MFFD: Matéria Fresca da Folha D (g);

MSFD: Matéria Seca da Folha D (g);

MFPA: Matéria Seca da Parte Aérea (g/planta);

MSPA: Matéria Seca da Parte Aérea (g/planta);

N: Conteúdo de Nitrogênio (g/planta);

P: Conteúdo de Fósforo (g/planta);

K: Conteúdo de Potássio (g/planta);

Ca: Conteúdo de Cálcio (g/planta);

Mg: Conteúdo de Magnésio (g/planta);

C: Teor de Carbono Orgânico (g kg^{-1});

pH: Potencial Hidrogeniônico;

P: Fósforo Disponível (mg dm^{-3});

K^+ : Potássio Disponível (mg dm^{-3});

Ca^{2+} : Cálcio Trocável ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

Mg^{2+} : Magnésio Trocável ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

Al^{3+} : Alumínio Trocável ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

H+Al: Acidez Potencial ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

SB: Soma de Bases (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{3+}) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

T: Capacidade de Troca de Cátions [$\text{SB}+(\text{H}+\text{Al})$] ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

t: Capacidade Efetiva de Troca de Cátions ($\text{SB}+\text{Al}^{3+}$) ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

m: Saturação de Al^{3+} (%);

V: Saturação por Bases (%);

DMS: Diferença Mínima Significativa;

DAP: Dias Após o Plantio;

1. INTRODUÇÃO

O estado do Rio de Janeiro, com produtividade abaixo da média nacional, necessita desenvolver tecnologias voltadas para incrementar a produção da cultura do abacaxizeiro, já que é considerado grande centro consumidor e um potencial exportador (IBGE, 2009).

Uma das formas mais simples de aumentar a produtividade é a utilização de mudas saudáveis, uma vez que essa prática tem pouco impacto sobre os hábitos tradicionais de manejo da cultura (Teixeira et al., 2001).

O método da cultura de tecidos, a propagação de plantas *in vitro*, já é uma realidade acessível aos produtores no Brasil, apresentando vantagens como lavouras mais homogêneas e mais tolerantes às pragas e doenças (Teixeira et al., 2001). Entretanto, a dificuldade de enraizamento e a lentidão no crescimento das mudas micropropagadas requerem um período longo de aclimatização em casa-de-vegetação (Barboza et al., 2006).

Estudos demonstraram que ácidos húmicos isolados de vermicomposto e bactérias diazotróficas do gênero *Burkholderia* promovem de maneira isolada ou conjunta, o crescimento de plantas originadas de cultura *in vitro* do abacaxizeiro 'Vitória' (Baldotto et al., 2009). Além disso, esses autores observaram aumento no conteúdo de nutrientes na fase de aclimatização, devido à interação entre bactérias endofíticas com a cultura, com a possibilidade da fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fosfatos e produção de fitormônios (Sturz et al., 2000) melhorando a adaptação das plântulas ao ambiente *ex vitro*, e conseqüentemente reduzindo o período de aclimatização.

Concomitantemente, fatores edáficos da maior parte do Brasil desfavorecem a disponibilidade de macronutrientes (como fósforo e nitrogênio) devido, principalmente, à lixiviação das bases trocáveis e

oxidação da matéria orgânica nos solos altamente intemperizados e arenosos (Novais e Smyth, 1999) geralmente utilizados na cultura do abacaxi.

A promoção do crescimento vegetal por meio de processos biotecnológicos está em consonância com os desafios da pesquisa agropecuária brasileira, ou seja, promover o desenvolvimento a partir de tecnologias limpas.

Dessa forma, o uso de biotecnologias tais como a aplicação de vermicomposto enriquecido com microrganismos promotores de crescimento vegetal e/ou frações bioativas da matéria orgânica, como os ácidos húmicos na cultura do abacaxizeiro pode ser uma alternativa viável para atender a alta demanda de nutrientes, induzindo o crescimento das plantas e, por conseguinte, colabora para redução do período de aclimação das mudas pré-plantio no campo (Giro et al., 2008; Baldotto et al., 2009).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merr.), uma Bromeliaceae, é uma planta perene, herbácea, quase acaule, de 60 a 90 cm de altura, nativa do Brasil. O abacaxizeiro possui folhas longas e canaliculadas, dispostas em roseta na base da planta e flores de cor lilás, com brácteas vermelhas, dispostas em um racemo denso na extremidade de longo pendão floral. Após a fecundação, os frutos jovens se fundem na infrutescência, formando um fruto composto, que é o “abacaxi” (Cunha e Cabral, 1999). A forma mais usual de propagação do abacaxizeiro usa brotações do ápice dos frutos e da base do fruto (Lorenzi, 2002).

Encontra-se bem distribuído em todo território nacional, tanto nas formas cultivadas como silvestres, sendo o continente Americano um centro de diversidade genética importante do abacaxizeiro, com destaque para o Brasil (Ferreira e Cabral, 1993). Entretanto, a diversidade genética não é refletida no cultivo do abacaxi baseado no uso de poucas cultivares e com problemas de tolerância a fatores bióticos e abióticos (Cabral et al., 1999). As cultivares mais utilizadas para consumo mundial são Cayenne, Spanish, Queen, Pernambuco e Pérola, diferenciadas entre si quanto ao número de mudas filhote, comprimento do pedúnculo e das folhas, presença de espinhos, peso médio do fruto, coloração interna e acidez (Manica, 1999).

A EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical em colaboração com o Instituto Capixada de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER lançou, depois de uma seleção de cultivares existentes, a cultivar ‘Vitória’, resistente à fusariose. Essa cultivar de alta produtividade, bom

perfilhamento, apresenta ausência de espinhos nas folhas, frutos de formato cilíndrico com casca amarelada e mais resistente, com coroa pequena, sabor mais adocicado, polpa branca, talo com menor diâmetro e elevado teor de açúcar (INCAPER, 2006).

2.1.1. Importância econômica

Os maiores produtores mundiais de abacaxi, em milhões de toneladas, são: Brasil (2,49), Tailândia (2,28), Filipinas (2,21), Costa Rica (1,68), China (1,40), Índia (1,31) e Indonésia (1,27). A produção do Brasil está distribuída em uma área colhida superior a 78,9 mil ha (FAO, 2009). Os maiores produtores brasileiros são: Pará, Paraíba, Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro, que juntos somam 81% da produção nacional (IBGE, 2009).

A região Norte Fluminense responde por quase a totalidade da produção do Estado do Rio de Janeiro, com rendimento médio da produção de 22.438 frutos por ha; tendo o município de São Francisco do Itabapoana um rendimento de 20.000 frutos por ha, abaixo do rendimento médio nacional de 24.444 frutos por ha (IBGE, 2009).

2.1.2. Métodos de propagação

A propagação do abacaxizeiro se dá quase estritamente por partes vegetativas, enquanto a seminífera é restrita ao melhoramento genético da cultura (Teixeira et al., 2001). Distintos órgãos ou tecidos das plantas matriz podem ser usados para propagação vegetativa, tais como plântula (gemas de seções do caule ou por cultura de tecidos), rebentão (brotação da base do caule), filhote (brotação do pedúnculo), filhote-rebentão (brotação da região de inserção do pedúnculo no caule) e coroa (brotação do ápice do fruto) (D'Eeckenbrugge e Leal, 2003).

Lavouras uniformes e sadias podem ser obtidas com uso de material propagativo de qualidade, sendo as mudas propagadas uma alternativa que pode elevar a produtividade da abacaxicultura sem grandes alterações no cultivo. O método produz mudas uniformes, sadias, de alto vigor, o que facilita o planejamento durante o desenvolvimento da cultura e sua posterior comercialização (Teixeira et al., 2001). Porém, a técnica é onerosa e as

mudas produzidas necessitam de longo período de aclimatização devido a problemas no enraizamento (Teixeira et al., 2001).

O tempo necessário do cultivo *in vitro* até o tamanho ideal da muda para plantio definitivo no campo, aproximadamente 25 cm de altura (Teixeira et al., 2001), é resumido nas seguintes atividades: plântulas a partir de gemas axilares (2 a 3 meses), multiplicação destas gemas (3 a 5 meses), enraizamento (2 meses) e aclimatização (6 a 8 meses), resultando em um período médio de 13 a 18 meses (Teixeira et al., 2001).

Muitos trabalhos foram realizados com intuito de diminuir o tempo de aclimatização das mudas micropropagadas de abacaxi e acelerar o crescimento das plântulas, tais como, o uso de diversos substratos (Weber et al., 2003; Catunda et al., 2008) e a inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal (Weber et al., 2003; Weber et al., 2003b; Baldotto et al., 2009). Anteriormente, Mello et al., (2002) verificaram que a aplicação de uma mistura de isolados bacterianos promoveu o aumento de biomassa de mudas de abacaxizeiro 'Peróla' e também reduziu o período de aclimatização.

2.1.2.1. Importância da micropropagação

Com o estabelecimento de uma biofábrica no município de Campos dos Goytacazes, com capacidade produtiva de quatro milhões de mudas por ano de várias espécies (banana, abacaxi, goiaba, mamão, cana-de-açúcar, etc.), destinadas aos produtores da região norte e noroeste fluminense tendo como objetivo impulsionar o desenvolvimento do agronegócio, a micropropagação de plantas através da cultura de tecidos ganha destaque.

Dentre os atributos positivos relacionados à tecnologia de micropropagação são reconhecidos a rápida produção de plantas livres de doenças (Pospisilová et al., 1992), demanda menor de espaço físico (Grattapaglia e Machado, 1990) e produção de maior quantidade de mudas por unidade de tempo, além de serem geneticamente semelhantes e com características e tamanho uniforme (Hartmann et al., 1990).

Por outro lado é necessário considerar que os explantes oriundos de cultura *in vitro* são multiplicados em pequenos frascos, com baixa intensidade luminosa, em meio artificial contendo sacarose, sais minerais,

vitaminas, reguladores de crescimento, em concentrações mais altas que sob condições naturais (Nowak, 1998), além de não permitirem a troca de gases (Buddendorf-Joosten & Woltering, 1994). Desta forma, apesar das inúmeras vantagens, produz plantas com características peculiares como: parte aérea pequena, menor quantidade de cera cuticular e epicuticular nas folhas (Fuchigami et al., 1981), tecidos com reduzida resistência mecânica (menos colênquima e esclerênquima), maior conteúdo de água, estômatos não-funcionais (Ziv et al., 1987; Cassells & Walsh, 1994), folhas finas, pequenas, com poucos tricomas (Wetzsteine Sommer, 1982), com baixa atividade fotoautotrófica (Deng & Donnelly, 1993; Pospisilová et al., 1992) e sistema radicular com poucos pêlos (Preece & Sutter, 1991).

Por conseguinte, quando transplantadas para condições *ex vitro*, são mais susceptíveis ao estresses ambientais e passíveis de perdas mais freqüentes (Preece & Sutter, 1991). A manipulação das condições de aclimatização antes ou durante o transplante pode reduzir as perdas (Preece & Sutter, 1991; Desjardins, 1995), no entanto com custos adicionais aos produtores.

2.1.3. Exigências nutricionais

A nutrição do abacaxizeiro influencia seu crescimento e desenvolvimento, sendo responsável por aumentos na produtividade e qualidade do produto final (Malézieux e Bartholomew, 2003). O abacaxizeiro extrai do substrato de crescimento, macronutrientes e micronutrientes na seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, S, P, Mn, Fe, Zn, B, Cu e Mo (Malavolta, 1982; Souza, 1999). Portanto, K e N são os macronutrientes mais exigidos (Souza, 1999; Ramos, 2006) e influenciam diretamente na qualidade e tamanho dos frutos (Souza, 1999).

O uso de bactérias diazotróficas em abacaxizeiros pode reduzir a quantidade de fertilizantes nitrogenados (Weber, 1999). A introdução de diazotróficos em outras espécies vegetais tem proporcionado ganhos de produtividade e economia no uso de nitrogênio sintético (Boddey et al., 2003). Outro macronutriente limitante a diversas culturas em solos tropicais é o P (Leal e Velloso, 1973; Novais e Smyth, 1999). No caso do abacaxi, o P é determinante na fase de diferenciação floral e para o desenvolvimento do

fruto (Souza, 1999). Microrganismos podem ser utilizados para interferir no processo de solubilização de fosfatos (Rodriguez & Fraga, 1999), tais como bactérias solubilizadoras que resgatam o P levemente adsorvido na matriz mineral do solo, colocando-o em solução, uma forma mais disponível à planta (Rodriguez e Fraga, 1999; Gyaneshwar et al., 2002).

2.1.4. Diagnose nutricional

A análise de solo fornece informações sobre a disponibilidade de nutrientes para absorção pelas plantas. O teor de nutrientes nas plantas pode ser associado à análise de solo, na interpretação e diagnose nutricional. O teor de nutrientes no tecido das plantas é reflexo de um conjunto de fatores que interagem entre si até o momento da coleta da amostra. A função que descreve a variação dos teores dos nutrientes no tecido foliar, de acordo com Malavolta et al. (1997), é a seguinte:

$$Y = f (Mg, S, Cl, Pc, Pm)$$

Sendo:

Y, o teor do nutriente na folha;

Mg, o material genético (espécie, progênie, clone etc.);

S, o solo, adubo, corretivo e outras entradas de nutrientes no sistema;

Cl, as condições climáticas (precipitação, luminosidade etc.);

Pc, as práticas culturais (preparo do solo, espaçamento etc.);

Pm, a ocorrência de pragas e/ou doenças.

Para que a análise de tecidos possa ser utilizada com sucesso para fins de diagnose, três premissas básicas devem ser obedecidas. Dentro de certos limites, com a planta em condições fisiológicas favoráveis (boa disponibilidade de água, luz, etc.) devem existir relações diretas entre as seguintes variáveis: a) suprimento de nutrientes via solo e a produção, ou seja, solos mais férteis devem, teoricamente, proporcionar maiores produtividades; b) à medida que se aumenta o fornecimento do nutriente via solo deve aumentar a concentração do mesmo nutriente no tecido; c) o

aumento da concentração do nutriente no tecido foliar deve proporcionar maior produtividade (Malavolta et al., 1997).

A avaliação do estado nutricional apresenta algumas vantagens, tais como (i) a determinação da quantidade de nutrientes que a planta foi capaz de absorver, considerando as condições ambientais a que ela estava submetida, (ii) a identificação dos problemas de deficiência e/ou toxicidade nutricional nas plantas, com ou sem sintomas visuais e, também, (iii) interações e antagonismos entre os nutrientes e a checagem da entrada dos nutrientes na planta após as adubações e outras práticas culturais visando avaliar o balanço nutricional (Malavolta et al., 1997).

O ponto crítico associado à diagnose nutricional está na dificuldade de interpretação das concentrações dos nutrientes devido aos efeitos de diluição e/ou concentração (Malavolta et al., 1997).

O uso do conteúdo do nutriente na planta, obtido pelo produto entre os teores ou concentrações em massa (por exemplo, em g kg^{-1}) e de matéria seca (por exemplo, em kg planta^{-1}), resultando em uma massa de nutriente absorvida e acumulada na planta (que, de acordo com os exemplos, é dada em g planta^{-1}) é a opção recomendável para resolver o problema do efeito geral de diluição ou concentração dos elementos promovidos pelo crescimento e idade da planta. O conteúdo, então, avalia melhor as interações nutricionais. Portanto, a idéia de se usar conteúdo de nutrientes como critério para se avaliar o estado nutricional de plantas perenes é bastante atraente, visto que tal diagnose tem como vantagem utilizar a própria planta como extrator.

Para o abacaxizeiro, os teores e, principalmente, os conteúdos foliares, relacionam-se estreitamente com a fertilidade do solo e, também, com as doses de nutrientes aplicadas, refletindo a absorção e o acúmulo na parte aérea e, também, a produção de frutos (Malavolta et al., 1997; Souza, 1999).

2.2. Vermicomposto de esterco bovino

Com a elevação dos custos da fertilização sintética bem como a redução de algumas jazidas minerais, aliado à contaminação de recursos hídricos tem levado a encontrar alternativas de adubos orgânicos. Os

resíduos orgânicos passaram a ter maior importância como material reciclável e útil para melhorar as condições do solo e aumentar o nível de fertilidade. No meio de uma série de fontes orgânicas, de origem industrial, urbana ou agrícola existe a alternativa de utilização do vermicomposto ou húmus de minhoca para a produção de mudas (Tedesco et al.,1999; Schumacher et. al., 2001).

Dentre os resíduos, os esterco se destacam pela facilidade de manejo. Esterco é uma mistura de fezes, urina e camas, que podem estar constituídas de palhas, folhas secas, serragem, turfa, casca de arroz e até terra. Este apresenta pH próximo da neutralidade e densidade entre 0,30 a 0,90 kg dm⁻³, levando em conta seu estado de decomposição (Burés, 1997).

A composição do esterco é variável, sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado na cama, o tratamento dado à matéria-prima, além de outros.

Aproximadamente 80% dos minerais e 40% da matéria orgânica ingerida pelos animais são eliminados através dos excrementos. Animais alimentados com rações concentradas, ricas em proteínas e sais minerais, produzem esterco mais rico do que os criados a pasto, daí a especificidade da matéria-prima para utilização do esterco para fins de vermicompostagem (Ferruzi, 1986).

Além disso, a utilização de materiais orgânicos, como vermicomposto, deve considerar o fato de que estes podem causar excesso ou deficiência de nutrientes, devido a não quantificação precisa dos nutrientes existentes na matéria orgânica (Hoffmann et al., 1996).

A vermicompostagem é um processo que consiste em se submeter diferentes resíduos orgânicos de origem animal e/ou vegetal, aos processos fermentativos e humificantes adicionando-se ao material, minhocas do gênero *Eisenia foetida*, visando um produto curado em aproximadamente 45-60 dias (Compagnoni e Putzoli, 1985; Senesi, 1989).

O produto final originado, vermicomposto é inodoro, leve, de coloração escura e uniforme, e apresenta propriedades físicas, químicas e biológicas completamente diferentes da matéria-prima original devido ao seu alto grau de humificação (Antoniolli et al., 1996), tendo além de uma fonte rica de nutrientes, propriedades ditas coloidais, decorrentes de sua estrutura

orgânica complexa (Raij, 1991). Na fase inicial da vermicompostagem estão envolvidos, principalmente, fungos e bactérias e, em uma segunda fase, as minhocas atuam em conjunto, acelerando a decomposição e produzindo um composto de melhor qualidade (Harris et al., 1990).

No vermicomposto o material ingerido é transformado pelo intestino da minhoca e enriquecido de seres vivos, matéria orgânica e macronutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio, bem como micronutrientes, com o vermicomposto de esterco bovino (VEB) possuindo quantidades apreciáveis de nutrientes (Landgraf et al., 1999; Castro, 2003).

A incorporação de microrganismos específicos à vermicompostagem pode acelerar a disponibilização de nutrientes tanto em resíduos orgânicos como em materiais minerais, já que muitas reações bioquímicas são catalisadas por enzimas produzidas por células viáveis de origem microbiana (Tarafdar e Jungk, 1987; Richardson e Hadobas, 1997).

Reconhece-se há muitos anos que a atividade microbiana pode ser incentivada em função do tipo de substrato orgânico ao qual está submetida. Partindo desse pressuposto, seria possível condicionar a ativação de microrganismos em função da composição do material em processo de compostagem ou vermicompostagem, aumentando a atividade dos organismos. A disponibilidade desses nutrientes pode ser relacionada com a degradabilidade do resíduo orgânico, dito que materiais com alta relação C/N são menos degradados pela microbiota se comparado àqueles de menor relação C/N (Minhoni e Cerri, 1987; Minhoni et al., 1991).

A aplicação de vermicomposto estimula o crescimento da raiz, facilitando a absorção de nutrientes e favorece o aumento da produtividade (Padmavathiamma et al., 2008).

Além do mais, o vermicomposto tem inúmeras vantagens: aumenta e conserva a fertilidade do solo; melhora a vida biológica, com o desenvolvimento de bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos; favorece a observação dos micro e macronutrientes pelas raízes das plantas, tornando-as saudáveis e resistentes às pragas; reduz ou elimina efeitos tóxicos do solo; controla o grau de acidez do solo, mantendo o pH estável; torna o solo mais solto, reduzindo ou evitando sua compactação; suaviza os efeitos da erosão, através da melhoria da estrutura do solo; não introduz no solo semente

indesejável, pragas, impurezas, ervas daninhas, etc., o que normalmente acontece nos esterco animais; introduz no solo além das minhocas vivas, seus casulos (ovos), cuja ação benéfica é irrefutável; e pode ser utilizado em contato direto com as raízes e com os brotos mais delicados, sem causar queima; impede que os nutrientes da planta se percam por volatilização ou lixiviação; facilita a absorção e a entrada de água; favorece a drenagem evitando encharcamento; aumenta a resistência das plantas às pragas e doenças; antecipa e prolonga as floradas durante as secas; não queima as plantas novas; não polui e não contamina o ambiente (Minhocultura, 2003).

Em comparação à camada natural do solo, o vermicomposto possui cinco vezes mais cálcio, duas vezes mais magnésio, sete vezes mais fósforo e onze vezes mais potássio (Minhocultura, 2003).

Experiências têm sido feitas com o uso de vermicomposto como parte do substrato na produção de mudas, bem como no plantio de espécies florestais e/ou frutíferas, o que verificaram Caldeira et al. (2000) utilizando diferentes doses de vermicomposto (0; 5,0; 10,0; 15,0 e 20,0 cm³) em tubetes com capacidade de receber aproximadamente 50 cm³ de substrato no crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith, juntamente com casca decomposta de *Pinus* sp mais vermiculita na proporção volumétrica de 1:1. Houve efeito do vermicomposto em todas as doses no desenvolvimento das mudas. Não houve estabilização nas respostas, constatando assim que doses maiores poderiam ser usadas.

Mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso) foram produzidas utilizando substrato com casca de *Pinus* sp associado a vermiculita, com 5 doses de vermicomposto (0, 56; 112; 168 e 224 cm³), em tubetes com capacidade de 280 cm³ usando condições de casa-de-vegetação. Aos 120 dias de idade, as mudas responderam de maneira distinta às doses usadas. Conclui-se que se deve usar uma dose entre 168 (60%) e 224 cm³ (80%) de vermicomposto (Tedesco et. al, 1999).

Casagrande Jr. et. al. (1996) testaram o efeito da adição de materiais orgânicos ao solo no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine) provenientes de sementes. As mudas foram produzidas em tubetes plásticos utilizando os seguintes substratos: solo + vermicomposto (1:1 e 3:1), solo + esterco bovino curtido (1:1 e 3:1), solo +

composto de lixo urbano (1:1 e 3:1), solo + vermicomposto + esterco bovino curtido+composto de lixo urbano (1:1:1:1 v/v) e, solo. A conclusão do trabalho foi de que a adição de materiais orgânicos melhorou o crescimento das mudas, mas o vermicomposto é que proporcionou as melhores respostas (1:1 e 3:1 v/v).

Em se tratando de outros substratos de plantio, como esterco bovino, para a formação de mudas de maracujazeiro, melhores resultados são obtidos ao acrescentarem-se 10, 20 e 30% de esterco bovino no solo como substrato (Peixoto, 1986).

Catunda et al. (2008) observaram, para o período de aclimatização de mudas de abacaxizeiro 'Imperial', o acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA) superior, de modo geral, utilizando o substrato composto de bagaço de cana mais torta de filtro (BT), evidenciando melhores condições desse substrato para o cultivo do abacaxizeiro em relação ao Plantmax® (Catunda et al., 2008) e, comprovaram que a aplicação de uma concentração menor de brasinosteróide foi suficiente para esse acúmulo de MSPA com BT em comparação com o substrato Plantmax®, que exigiu maior concentração do hormônio para o acúmulo equivalente de MSPA.

Catunda et al. (2008) também observaram que a partir dos 60 dias após o transplante das mudas de abacaxizeiro, o número de folhas das plantas cultivadas em BT foi significativamente superior ao das plantas cultivadas com Plantmax®.

Estudos com o efeito de substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Pérola' demonstraram que substratos constituídos de solo ou solo mais Plantmax®, comparativamente àqueles que continham composto orgânico, mostraram piores desempenhos para matéria fresca e seca da parte aérea, evidenciando a necessidade de se ter como constituinte essencial, um componente orgânico, que favorece o crescimento da parte aérea e radicular das mudas de abacaxizeiro 'Pérola' (Moreira et al., 2006).

2.3. Substâncias húmicas

A maior parte do carbono orgânico da superfície terrestre encontra-se na forma de substâncias húmicas (SH) (Hayes e Malcon, 2001). De acordo com a sua solubilidade, as SH podem ser fracionadas em: ácidos húmicos (AH), solúvel em álcali e insolúvel em ácido; ácidos fúlvicos (AF), solúvel em álcali e solúvel em ácido; e humina, insolúvel em álcali e ácido (Kononova, 1982).

A estrutura macromolecular e natureza polimérica das SH foram revistas após trabalhos envolvendo métodos químicos distintos, tais como cromatografia líquida de alto desempenho por exclusão de tamanho de (Piccolo, 2002), ressonância nuclear magnética (Simpson, 2002), espectroscopia de massa (Piccolo e Spiteller, 2003; Saiz-Jimenez et al., 2006) e métodos quimiométricos (Peuravuori, 2005).

A fração solúvel da matéria orgânica humificada pode ser considerada como um complexo supramolecular que contém vários compostos heterogêneos que têm uma massa molecular relativamente baixa, mas são dinamicamente associados por interações hidrofóbicas e ligações de hidrogênio (Sutton e Sposito, 2005).

As SH condicionam a maior parte das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e, além disso, afetam diretamente o crescimento das plantas (Vaughan e Malcom, 1985). O vermicomposto é uma fonte naturalmente enriquecida com AH e, além disso, também produz SH com elevada atividade biológica (Nardi et al., 1996; Masciandaro et al., 1999; Dell’Agnola e Nardi, 1987; Muscolo e Nardi, 1997; Muscolo et al., 1999; Façanha et al., 2002; Canellas et al., 2002; Quaggiotti et al., 2004; Canellas et al., 2006; Rodda et al., 2006a,b; Zandonadi et al., 2007). Essas substâncias têm atividade parecida com a dos hormônios vegetais e aumentam a absorção de nutrientes e o crescimento vegetal (Vaughan e Malcolm, 1985; Chen e Aviad, 1990; Nardi et al., 2002), sugerindo sua aplicação a campo como agente promotor do crescimento vegetal.

A aplicação foliar de solução de AH em diversas culturas, tais como arroz (Tejada & Gonzalez, 2004), trigo (Delfine et al., 2005), videira (Ferrara & Bruneti, 2008) e abacaxizeiro (Baldotto, 2009 e 2010), promoveu o crescimento dessas culturas. No caso do abacaxizeiro, foi observada

também a diminuição do tempo das mudas originadas de propagação *in vitro* (Baldotto, 2009 e 2010).

Os ácidos húmicos podem atuar também no aumento da população de bactérias diazotróficas introduzidas no interior da planta e, conseqüentemente, no incremento dos efeitos benéficos sobre a planta hospedeira (Marques Júnior, 2006), além de não interferirem negativamente no crescimento das bactérias, estimulando a colonização da microbiota nativa (Conceição et al., 2009).

Isso pode ser explicado como parte dos efeitos dos ácidos húmicos sobre a H⁺-ATPase da membrana plasmática, que promovem incremento de sua atividade e por conseqüência abaixamento do pH apoplástico, o qual dispara uma ação orquestrada de afrouxamento das fibrilas de celulose da parede e incremento da pressão de turgescência pelo movimento de entrada de água no vacúolo celular, resultando em expansão celular e, por conseguinte, (Hager et al., 1991) explica a promoção do desenvolvimento radicular. Ademais, alterações na arquitetura das raízes são percebidas pela indução de um número maior de raízes laterais, evidenciado pelo aumento do número de sítios de mitose e na proporção de raízes finas, já demonstrado para plântulas de milho (Canellas et al., 2002; Zandonadi et al., 2007) e *Arabidopsis* (Dobbss et al., 2007). Estas alterações anatômicas e bioquímicas pode beneficiar o estabelecimento das bactérias nas raízes pelo aumento do número de pontos de infecção (Cerigioli, 2006).

A ação promotora de crescimento vegetal e acúmulo de nutrientes nas plantas pelos AH aplicados em baixas doses se dá através da fragmentação supraestrutural deste no ambiente acidificado da rizosfera, gerando subunidades potencialmente capazes de alterar o metabolismo celular, por meio da ativação de H⁺ ATPases da membrana plasmática de células de raiz (Piccolo, 2001; Façanha et al., 2002; Canellas et al., 2006).

2.4. Bactérias promotoras de crescimento vegetal

As bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) constituem porção de importância funcional dentre os microrganismos do solo, habitando a rizosfera, rizoplano e o interior da planta hospedeira, conferindo

maior resistência a condições de estresse biótico e abiótico e promoção de crescimento da cultura (Olivares, 2009).

Bactérias endofíticas são aquelas que podem ser isoladas de tecidos vegetais desinfestados ou extraídas do interior da planta e não causam prejuízo visível à mesma. Desde meados do século XX foram publicados vários relatos sobre bactérias endofíticas nativas em sementes, óvulos, tubérculos, raízes, caules, folhas e frutos (Hallmann et al., 1997). As bactérias endofíticas não estão sujeitas à competição por nutrientes que normalmente ocorre na rizosfera e têm maior eficiência uma vez que, ao contrário das colonizadoras de rizosfera, já estão internamente no sistema radicular, onde os compostos bioativos por elas sintetizados encontram-se prontamente disponíveis às plantas. A associação bactéria - planta consiste em uma interação íntima, na qual a planta fornece os nutrientes e habitat, enquanto a bactéria irá promover o crescimento e sanidade da planta (Mariano et al., 2004).

Bactérias em habitats naturais colonizam o interior e exterior de órgãos de plantas e podem ser benéficas, neutras ou prejudiciais ao seu crescimento. As BPCV fazem parte da população residente das plantas como epifíticas ou endofíticas e não são fitopatogênicas. Podem ser utilizadas para tratamento de sementes, explantes e mudas micropropagadas, incorporadas ao substrato de plantio, tratamento de estacas, tubérculos e raízes, pulverizações na parte aérea incluindo folhagem e frutos, e em pós-colheita (Mariano et al., 2004).

As BPCP atuam promovendo diretamente o crescimento pela produção de ácido cianídrico, fitormônios, enzimas como a ACC-deaminase, mineralização de nutrientes, solubilização de fosfatos, fixação do nitrogênio e aumento da absorção pelas raízes, etc (Conn et al., 1997; Lazarovits e Nowak, 1997).

Na maioria dos gêneros de bactérias endofíticas, a produção de auxinas, etileno e citocininas, o aumento da absorção de água e nutrientes bem como a supressão de microrganismos deletérios são responsáveis pelo crescimento da planta. Este efeito benéfico tem sido verificado em plantas micropropagadas, conforme já discutido. Bactérias endofíticas têm sido associadas à promoção de crescimento de diversas espécies entre as quais

tomate, alface, batata, milho, pepino, arroz e algodão (Hallmann et al., 1997; Hallmann, 2001).

Os microrganismos diazotróficos endofíticos, potenciais fixadores biológicos de nitrogênio, possuem a habilidade em colonizar toda a planta e estabelecer-se dentro de nichos protegidos do oxigênio, podendo expressar seu grande potencial para fixação de nitrogênio em grau máximo (Kennedy et al., 1997). Esses microrganismos penetram na planta hospedeira pelas aberturas naturais e injúrias. Nas raízes, um dos sítios de entrada mais utilizados pelas bactérias endofíticas são as injúrias causadas pela emergência de raízes laterais (Cerigioli, 2006).

Após o processo de penetração destas BPCV o hospedeiro é beneficiado por meio da promoção do crescimento e maior tolerância a condições de estresse biótico e abiótico (Andrews & Harris, 2000; Zahir et al., 2003). A cultivar 'Vitória' de abacaxizeiro obteve benefício com a inoculação com bactérias diazotróficas, incluindo aceleração do crescimento ao longo do período de aclimação (Baldotto et al., 2009).

Dentre os mecanismos responsáveis pela promoção de crescimento vegetal estão além da fixação biológica de nitrogênio (Kennedy et al., 2004; KuKlinsky-Sobral et al., 2004), a solubilização de fosfatos (Katiyar & Goel, 2003; KuKlinsky-Sobral et al., 2004) e a biossíntese de fitormônios (Arkripova, 2005; Karadeniz et al., 2006). A presença de bactérias endofíticas dos gêneros *Agrobacterium*, *Azobacter*, *Burkholderia*, *Erwinia*, *Pseudomonas* e *Rhizobium* na planta promove a solubilização de fosfatos, podendo disponibilizar P ao vegetal (Rodriguez et al., 2000, Verma et al., 2001).

As características do inóculo desses microrganismos promotores de crescimento são primordiais para os efeitos desejados de biofertilização ou bioestimulação, haja vista sua estabilidade dependente do sistema solo-planta (Olivares, 2009).

Sistemas de introdução de BPCV utilizando-se de substratos/condicionadores físico-químicos e biológicos, enriquecidos biologicamente, podem servir como estratégias a serem avaliadas, não somente para introdução dos microrganismos benéficos, mas o

estabelecimento microbiano no ambiente de produção agrícola, podendo assim, resultar em técnicas de inoculação efetivas (Olivares, 2009).

2.4.1. Gênero *Burkholderia*

O gênero *Burkholderia* engloba bactérias na forma de bacilos Gram-negativos, móveis e aeróbios, composto por mais de 40 espécies descritas, colonizando diferentes nichos, tais como: rizosfera e interior de várias plantas, água, insetos, humanos, ambientes industriais e hospitalares (Savoia e Zucca, 2007).

Além disso, *Burkholderia* spp. apresentam alta versatilidade ecológica provavelmente devido ao tamanho do genoma (Vial et al., 2007). Interessantemente, bactérias com genomas grandes apresentam uma desproporção quanto à distribuição dos genes, sendo mais freqüentes os associados ao metabolismo secundário e regulação do que os genes envolvidos com o metabolismo de nucleotídeos, divisão celular, replicação de DNA e tradução de proteínas comparando-se as bactérias de genoma menor. Isto pode explicar por que espécies que contêm genomas grandes dominam ambientes onde os recursos são raros, porém complexos, como o ambiente solo (Konstantinidis e Tiedje, 2004).

Alguns membros do gênero são considerados patógenos ou associados a algumas doenças em seus hospedeiros, entretanto, a maioria não são fitopatogênicos, levando a uma relação neutra ou benéfica com seu hospedeiro. Pesquisas passadas revelam espécies de *Burkholderia* endofíticas e/ou associadas à rizosfera isoladas freqüentemente por pesquisadores em diferentes tipos de cultura, como exemplos: cana-de-açúcar (Oliveira et al., 2002; Mendes et al., 2007; Luvizotto et al., 2010), arroz (Divan-Baldani et al., 2000), uva (Compant et al., 2005), cebola (Sessitsch et al., 2005), milho (Reis et al., 2004; Perin et al., 2006), café (Bustillos – Cristales et al., 2001; Estrada-De Los Santos et al., 2002), abacaxizeiro cultivar Smooth Cayenne (Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ).

3. HIPÓTESE

A hipótese desse trabalho é que a inoculação de isolados bacterianos endofíticos via substratos orgânicos e/ou frações extraídas de moléculas orgânicas, em mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória', em aclimação pré-plantio, pode incrementar (i) a capacidade de enraizamento, (ii) a disponibilidade e a absorção de nutrientes (iii), aumentar o crescimento da cultura em casa-de-vegetação e (iv), diminuir o tempo de adaptação às condições ambientais.

4. OBJETIVOS

O objetivo geral é avaliar o crescimento, o acúmulo de nutrientes e a população de bactérias diazotróficas do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de vermicomposto, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV). Para tanto serão realizados dois experimentos:

Experimento Piloto: Escolha das melhores combinações para compor substratos para plantio de mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória' cultivado em casa de vegetação.

Experimento Definitivo: Validação das melhores combinações para plantio de mudas de abacaxizeiro oriundas de micopropagação (determinadas no experimento piloto), e confrontadas com um substrato com fertilização sintética.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. EXPERIMENTO PILOTO

5.1.1. Fatores em estudo

O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado, no qual os fatores em estudo foram esquematizados em uma matriz mista, baconiana com fatorial [(3+3+1+1) + 1], e resultaram nos seguintes tratamentos: ácidos húmicos mais bactérias misturadas ao substrato (Latosolo Amarelo), com ou sem segunda dose de bactérias aplicadas na parte aérea (pulverização), combinados em substratos com 0%, 33% ou 50% de vermicomposto de esterco bovino, e também, de um tratamento controle, no qual nenhum dos fatores utilizados foi aplicado, como segue esquema abaixo (Quadro 1).

O vermicomposto de esterco bovino foi produzido conforme tópico da revisão bibliográfica.

A umidade do vermicomposto foi obtida por meio de dados de matéria úmida (MUV) e, seca (MSV) à estufa de 60° C até peso constante e, massa de água ($M_{\text{água}} = \text{MUV} - \text{MSV}$), onde a percentagem de água ($\%_{\text{água}}$) presente no vermicomposto foi obtida pela equação: $\%_{\text{água}} = (\text{MUV} - M_{\text{água}}) * 100 / \text{MUV}$. A $\%_{\text{água}}$ do vermicomposto foi ajustada até ao máximo de 50% de umidade, logo, a quantidade de solução bacteriana e água, foi ao final, para proporcionar esse ganho máximo ou limite de 50% de umidade contida no vermicomposto e permitido segundo MAPA (2009).

Quadro 1. Esquema dos tratamentos

Tratamentos ⁽¹⁾	Fatores		Fatores		
	0,33V	0,50V	AH	BAC _(substrato)	BAC _(pulverizada)
	----- cm ³ -----		mmol C L ⁻¹	células mL ⁻¹	mL planta ⁻¹
TC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	66,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T2	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
T3	0,0	0,0	2,0	10 ⁹	0,0
T4	66,0	0,0	2,0	10 ⁹	0,0
T5	0,0	100,0	2,0	10 ⁹	0,0
T6	0,0	0,0	2,0	10 ⁹	1,0
T7	66,0	0,0	2,0	10 ⁹	1,0
T8	0,0	100,0	2,0	10 ⁹	1,0

⁽¹⁾**TC = controle:** substrato formado por Latossolo Amarelo;

⁽¹⁾**T1 = 0,33V:** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo;

⁽¹⁾**T2 = 0,50V:** substrato formado por 1/2 de vermicomposto de esterco bovino e 1/2 de Latossolo Amarelo;

⁽¹⁾**T3 = AH+BAC_(s):** substrato formado por Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino;

⁽¹⁾**T4 = 0,33V+AH+BAC_(s):** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino;

⁽¹⁾**T5 = 0,50V+AH+BAC_(s):** substrato formado por 1/2 de vermicomposto de esterco bovino e 1/2 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino;

⁽¹⁾**T6 = AH+BAC_(s)+BAC_(p):** substrato formado por Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino, com reaplicação das bactérias via pulverização após 60 dias de plantio;

⁽¹⁾**T7 = 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p):** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino, com reaplicação das bactérias via pulverização após 60 dias de plantio;

⁽¹⁾**T8 = 0,50V+AH+BAC_(s)+BAC_(p):** substrato formado por 1/2 de vermicomposto de esterco bovino e 1/2 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino, com reaplicação das bactérias via pulverização após 60 dias de plantio.

O experimento piloto foi realizado entre maio e agosto de 2009, período característico de temperaturas mais amenas em Campos dos Goytacazes, RJ.

5.1.2. Material vegetal

Mudas de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill), cultivar Vitória (INCAPER, 2006), propagadas via cultura de tecidos foram fornecidas pela Biomudas (laboratório de biotecnologia privado), localizado no município de Venda Nova do Imigrante - ES, onde nesse local, após o cultivo *in vitro* permaneceram durante 5 meses em casa de vegetação, em bandejas de isopor com substrato Plantmax, sob 50% de sombreamento, recebendo fertirrigação de manutenção quando necessária e irrigação diária no período matutino. Foram mensurados, anteriormente ao experimento piloto, matéria fresca e seca, além do número de folhas e altura média das mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória' (Quadro 2).

Para a irrigação, utilizou-se o mesmo volume de água para todas as unidades experimentais. Já a luminosidade foi a proveniente do meio ambiente, onde a casa de vegetação era constituída de material acrílico transparente.

Quadro 2. Características das mudas de abacaxizeiro micropropagadas

Característica ⁽¹⁾	Características das mudas ⁽¹⁾			
	NF	ALT	MF	MS
	/planta	----- cm -----	----- g/planta -----	-----
	11	9,66	4,31	0,44

⁽¹⁾ Característica: NF, ALT, MF, MS = número de folhas, altura, matéria fresca e; MS = matéria seca. Foram utilizadas seis repetições por variável.

5.1.3. Vermicomposto de esterco bovino

O esterco bovino utilizado para a vermicompostagem foi adquirido na Unidade de Apoio à Pesquisa Animal (UAP - Animal) pertencente à UENF. As propriedades químicas do VEB estão apresentadas a seguir (Quadro 3).

Quadro 3. Análise química do material orgânico: Vermicomposto de Esterco Bovino da UAP – Animal/UENF

C	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	t	m	V
g kg ⁻¹		- mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----								
350	6,8	2806	3904	8,3	18,7	0,0	4,7	40,6	45,3	40,6	0%	90%

Conforme as recomendações Embrapa (2006): C = dicromatometria em meio ácido; P e K⁺ = extrator Carolina do Norte; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = extrator KCl 1mol L⁻¹ (Análises feitas no Laboratório de Análise de Solos e Fertilizantes da UFRRJ, Campus Leonel Miranda. Campos dos Goytacazes, RJ). Onde: C= teor de carbono orgânico; pH= potencial hidrogeniônico em água; P e K= fósforo e potássio disponível; Ca²⁺, Mg³⁺= cálcio e magnésio trocável; H+Al= acidez potencial; SB= soma de bases (K⁺, Ca²⁺, Mg³⁺); T= capacidade de troca de cátions= SB+(H+Al) ; t= capacidade efetiva de troca de cátions= SB+Al³⁺; m= saturação de Al³⁺ ; V= saturação por bases.

5.1.4. Isolamento de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino

A fonte primária do material orgânico, o vermicomposto de esterco bovino, foi seco em estufa de ventilação forçada, a 60 °C, até alcançar massa constante. Os ácidos húmicos foram isolados usando-se NaOH 0,1 mol L⁻¹ (1:20 m/v) sob atmosfera de N₂. Após agitação por 16 horas, o material foi centrifugado a 1.037g por 30 minutos. O sobrenadante foi coletado e o pH do extrato foi imediatamente ajustado para 1,5 com HCl 6 mol L⁻¹. Depois de 16 horas, a fração de ácidos fúlvicos foi sifonada e descartada. O material remanescente (precipitado de ácidos húmicos) foi solubilizado em NaOH 0,1 mol L⁻¹ e centrifugado a 1.037g por 15 minutos e o sobrenadante descartado. A dissolução e a re-precipitação dos ácidos húmicos foram repetidas por mais duas vezes. A seguir, o precipitado de ácidos húmicos foi solubilizado e permaneceu em HF+HCl 5 % por 48 horas, visando a remoção de resíduos de minerais de argila silicatada, sendo a seguir centrifugado a 1.037 g. Os ácidos húmicos foram lavados com 200 mL de HCl 0,01 mol L⁻¹, centrifugados a 1.037 g. A seguir, o precipitado de ácidos húmicos foi lavado com água destilada até teste negativo para Cl⁻ usando-se AgNO₃ 0,1 mol L⁻¹ e, depois, transferiu-se para membranas de diálise de 10 mL (cut-off 1 KDa, Thomas Sci.). Após a diálise, até a obtenção de condutividade elétrica igual à da H₂O destilada, os AH foram liofilizados e armazenados em dessecador, para posterior utilização.

5.1.5. Crescimento bacteriano e inoculação

O inóculo foi preparado a partir do crescimento das bactérias em meio líquido DYGS (Baldani, 1996) por 24 horas, a 30 °C, 140 rpm. A inoculação foi realizada misturando-se a solução bacteriana *Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111 com AH ao substrato (latossolo amarelo e/ou vermicomposto de esterco bovino) de acordo com os tratamentos. O volume que foi usado de solução bacteriana foi o ajuste de umidade do substrato até o máximo de 50% (MAPA, 2009), de acordo com os tratamentos. Tratamentos que receberam a reaplicação das bactérias, aos 60 dias após o plantio, via pulverização (utilizando de pipetador automático) de um 1 mL de solução bacteriana, em DYGS (Baldani, 1996), 10^9 células mL^{-1} , nas axilas das folhas mais velhas dos abacaxizeiros, deixadas por 24 horas sem irrigação. As plantas controle foram tratadas com meio DYGS autoclavado sem a presença do inóculo.

5.1.6. Condução do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

O solo, Latossolo Amarelo, um dos substratos de plantio, cuja análise química é apresentada abaixo (Quadro 4).

Quadro 4. Análise química do Latossolo Amarelo

C	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	t	m	V
g kg ⁻¹		-mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³							-- %	--
0,30	4,8	6	5	0,7	0,2	1,3	4,4	1,0	5,4	2,3	58	18

Conforme as recomendações Embrapa (2006): C = dicromatometria em meio ácido; P e K⁺ = extrator Carolina do Norte; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = extrator KCl 1mol L⁻¹ (Análises feitas no Laboratório de Análise de Solos e Fertilizantes da UFRRJ, Campus Leonel Miranda. Campos dos Goytacazes, RJ). Onde: C= teor de carbono orgânico; pH= potencial hidrogeniônico em água; P e K= fósforo e potássio disponível; Ca²⁺, Mg³⁺= cálcio e magnésio trocável; H+Al= acidez potencial; SB= soma de bases (K⁺, Ca²⁺, Mg³⁺); T= capacidade de troca de cátions= SB+(H+Al) ; t= capacidade efetiva de troca de cátions= SB+Al³⁺; m= saturação de Al³⁺ ; V= saturação por bases.

As plantas foram mantidas em potes plásticos (unidades experimentais) com volume de 200 cm³.

Os tratamentos contendo BAC_(s) mais AH e/ ou BAC_(p) tiveram como solução base o meio DIGYS (Baldani, 1996) tanto para aplicação no substrato, como reaplicação posterior aos tratamentos, utilizando pipetador automático, pipetando a solução na axila das folhas mais velhas fisiologicamente, folhas externas da roseta. A quantidade aplicada da solução BAC_(s) mais AH no VEB foi ajustada até 50% de umidade (MAPA, 2009). Já para solução BAC_(p), 1 mL por planta foi a quantidade aplicada.

5.1.7. Análises biométricas

A cada 30 dias foram analisados os atributos: comprimento (CD) - da base da planta até a extremidade da folha D, com o uso de fita métrica; e a largura da folha D (LD) - na porção mediana, além do diâmetro da base (DB) da roseta (apoiando-se o paquímetro sobre o substrato - região mais basal da planta), número de folhas (NF) diferenciadas, altura das plantas (ALT), com fita métrica (sobre a folha que está com maior altura naturalmente na planta), diâmetro da roseta (DR) - medindo-se dimensão linear entre folhas opostas e de maior raio de roseta.

Com a finalização do experimento foi estimada a área foliar (AF), através de medidor de área foliar LI-COR, modelo 3100. Além da área foliar, os sistemas radiculares foram retirados e lavados até completa remoção dos resíduos de solo. Em seguida, utilizando-se a balança analítica, a matéria fresca (MFR) e a matéria seca (MSR) da raiz foram obtidas. Foi determinada, também, a área das raízes por meio de escaneamento e processamento pelo programa DT-Scan[®], para análise digital.

5.1.8. Composição mineral

Ao final de cada experimento (piloto e definitivo), o material vegetal da parte aérea foi pesado para obtenção da matéria fresca (MF) e, em seguida, seco em estufa sob ventilação forçada a 60° C até que o material atingisse peso constante visando à determinação da sua matéria seca (MS). Na matéria seca, moída e passada por peneira de 60 malhas cm⁻², após digestão sulfúrica combinada com peróxido de hidrogênio, foram

determinados os teores totais de N, P, K, Ca e Mg. O teor de N foi determinado pelo método de Kjeldahl; o P em espectrofotômetro de absorção molecular (colorimetria), após reação com vitamina C e molibdato de amônio, para dosagem no comprimento de onda de 725 nm; a determinação de K foi realizada por fotometria de chama e; os teores de Ca e de Mg foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica.

5.1.9. Contagem de bactérias totais

A contagem do número de bactérias presentes nas raízes e na parte aérea foi realizada no final de cada experimento, pelo método do Número Mais Provável (NMP), desenvolvido por Döbereiner et al. (1995). Para tal, 1 g de raízes lavadas e 1 g da parte aérea foram macerados em 9 mL de solução salina (NaCl, 8,5 mol L⁻¹) e, a partir desta diluição (10⁻¹), foram realizadas diluições seriadas até 10⁻⁷. A seguir, uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição foi adicionada em frascos contendo 5 mL do meio de cultivo semi-sólido JMV. Os frascos foram incubados durante 7 dias, a 30 °C. A contagem das bactérias foi estimada consultando a tabela de McCrady para 3 repetições por diluição. Foi considerado como crescimento positivo a formação de uma película aerotóxica na superfície do meio.

5.1.10. Análise dos dados

Foi realizada análise de variância dos dados, na qual os fatores qualitativos foram desdobrados em efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos), mantendo a magnitude e a unidade do efeito (um grupo de totais vs. outro), utilizando a Diferença Mínima Significativa (DMS) como padrão de aceitação ou rejeição. A aplicação do teste F aos desdobramentos dos fatores foi realizada em nível de 5% probabilidade (Steel e Torrie, 1960).

Já os gráficos contendo as curvas de resposta, através de parâmetros da regressão, foram montados seguindo os melhores modelos polinomiais (primeiro e segundo grau) pré-definidos pelo SAEG, onde a escolha destes foi baseada aplicando-se teste F a 5% de probabilidade, comprovando assim a existência de regressão, além da análise dos coeficientes Beta e R². Cada quantificação biométrica (variável dependente) foi estatisticamente analisada

em função do tempo (variável independente) por cada tratamento, pelo SAEG (Ribeiro Jr. e Melo, 2008), com os gráficos posteriormente construídos em Microsoft Office Excel 2007.

5.2. EXPERIMENTO DEFINITIVO

5.2.1. Fatores em estudo

O experimento obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições, na qual os fatores em estudo foram esquematizados em uma matriz mista, baconiana com fatorial $[(3+1) + 1]$, e resultaram nos seguintes tratamentos: ácidos húmicos mais bactérias misturadas ao substrato (Latosolo Amarelo), com ou sem segunda dose de bactérias sob pulverização, combinados em substratos com 0% ou 33% de vermicomposto de esterco bovino, e também, de um tratamento controle (Latosolo Amarelo) no qual nenhum dos fatores utilizados foi aplicado e, um mineral completo (100% da dose de fontes de N, P, e K recomendada), quantidade parcelada no período de plantio e cobertura, esta nos três últimos meses de experimentação, que foram os meses de setembro, outubro e novembro de 2010 (Quadros 5 e 5.1).

O vermicomposto de esterco bovino foi produzido conforme tópico da revisão bibliográfica.

Quadro 5. Esquema dos tratamentos

Tratamentos ⁽¹⁾	Fatores				
	N,P e K	0,33V	AH	BAC (substrato)	BAC (pulverizada)
	% da dose	cm ³	mmol C L ⁻¹	células mL ⁻¹	mL planta ⁻¹
TC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	0,0	66,0	0,0	0,0	0,0
T2	0,0	66,0	2,0	10 ⁹	0,0
T3	0,0	66,0	2,0	10 ⁹	1,0
T4	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0

⁽¹⁾**TC = controle:** substrato formado por Latossolo Amarelo;

⁽¹⁾**T1 = 0,33V:** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo;

⁽¹⁾**T2 = 0,33V+AH+BAC_(s):** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino;

⁽¹⁾**T3 = 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p):** substrato formado por 1/3 de vermicomposto de esterco bovino e 2/3 de Latossolo Amarelo inoculado com solução contendo bactérias (*Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111) e ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino, com reaplicação das bactérias via pulverização após 60 dias de plantio;

⁽¹⁾**T4 = N, P e K:** substrato formado por Latossolo Amarelo mais fertilização sintética (100% da dose recomendada, segundo Ribeiro, 1999), sendo fonte N, uréia, P, superfosfato simples, e, K, cloreto de potássio (Quadro 5.1).

Quadro 5.1. Esquema dos tratamentos

Tratamentos ⁽¹⁾	Fatores		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ^o	g planta ⁻¹		
Plantio	0,0	3,0	0,0
1 ^o Cobertura	3,0	0,0	5,0
2 ^o Cobertura	3,0	0,0	5,0
3 ^o Cobertura	3,0	0,0	5,0

⁽¹⁾ Fatores: N = quantidade de nitrogênio aplicado por planta em cobertura; P₂O₅ = quantidade de fósforo aplicado por planta no plantio; K₂O = quantidade de potássio aplicado por planta em cobertura (Ribeiro, 1999).

A umidade do vermicomposto foi obtida e ajustada como descrito no experimento piloto.

O experimento definitivo foi realizado entre março e novembro de 2010, período característico de temperaturas amenas e altas, em Campos dos Goytacazes, RJ.

5.2.2. Material vegetal

Material descrito como o experimento piloto. Foram mensurados, antes do plantio em casa-de-vegetação, número de folhas, altura, área da parte aérea, área radicular, matéria fresca e seca da parte aérea e, matéria fresca e seca da raiz das mudas micropropagadas de abacaxizeiro 'Vitória', como apresentado no Quadro 6.

Para a irrigação, utilizou-se o mesmo volume de água para todas as unidades experimentais. Já a luminosidade foi a proveniente do meio ambiente, onde a casa de vegetação era constituída de material acrílico transparente.

Quadro 6. Característica das mudas de abacaxizeiro micropropagadas

Característica ⁽¹⁾	NF /planta	ALT - cm -	APA cm ²	AR mm ²	MFPA -----	MSPA g/planta-----	MFR	MSR
	13	15,64	52,63	3,02	4,69	0,65	0,97	0,17

⁽¹⁾ Característica: NF, ALT, APA, AR, MFPA, MSPA, MFR, MSR = número de folhas, altura, área da parte aérea, área radicular, matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, matéria fresca da raiz e matéria seca da raiz, respectivamente. Foram utilizadas seis repetições por variável.

5.2.3. Vermicomposto de esterco bovino, isolamento de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino e crescimento bacteriano e inoculação

As metodologias utilizadas para este item foram efetuadas conforme procedimentos realizados no experimento piloto.

5.2.4. Condução do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

O solo, horizonte A de Argissolo Amarelo foi caracterizado quimicamente e fisicamente, como apresentado abaixo (Quadro 7 e 8).

Quadro 7. Análise química do horizonte A de Argissolo Amarelo

C	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	t	m	V
g kg ⁻¹		-mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----							-- % --	
6,8	5,8	13	124	1,1	0,5	0	3,6	1,9	5,5	1,9	0	35

Conforme as recomendações Embrapa (2006): C = dicromatometria em meio ácido; P e K⁺ = extrator Carolina do Norte; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ = extrator KCl 1mol L⁻¹ (Análises feitas no Laboratório de Análise de Solos e Fertilizantes da UFRRJ, Campus Leonel Miranda. Campos dos Goytacazes, RJ). Onde: C= teor de carbono orgânico; pH= potencial hidrogeniônico em água; P e K= fósforo e potássio disponível; Ca²⁺, Mg³⁺= cálcio e magnésio trocável; H+Al= acidez potencial; SB= soma de bases (K⁺, Ca²⁺, Mg³⁺); T= capacidade de troca de cátions= SB+(H+Al) ; t= capacidade efetiva de troca de cátions= SB+Al³⁺; m= saturação de Al³⁺ ; V= saturação por bases .

Quadro 8. Análise granulométrica do horizonte A de Argissolo Amarelo

Areia	Silte	Argila
----- % -----		
62,4	27,0	10,6

Análises feitas no Laboratório de Análise de Solos e Fertilizantes da UFRRJ, Campus Leonel Miranda. Campos dos Goytacazes, RJ.

Os tratamentos contendo BAC_(s) mais AH e/ ou BAC_(p) tiveram como solução base o meio DIGYS (Baldani, 1996) tanto para aplicação no substrato, como reaplicação posterior aos tratamentos, utilizando pipetador automático, pipetando a solução na axila das folhas mais velhas fisiologicamente, folhas externas da roseta. A quantidade aplicada da solução BAC_(s) mais AH no VEB foi ajustada até 50% de umidade (MAPA, 2009). Já para solução BAC_(p), 1 mL por planta foi a quantidade aplicada.

Potes plásticos de volume máximo de 200 cm³ foram utilizados como microecossistema de experimentação até os três primeiros meses para tratamento dos abacaxizeiros 'Vitória', onde substrato base foi Latossolo Amarelo. Em seguida, tal volume com as plantas foi transferido para vasos de 5 dm³, contendo substrato horizonte A de Argissolo Amarelo (solo

característico de regiões produtoras de abacaxi no norte fluminense), onde ficaram até novembro de 2010, encerramento desse experimento.

5.2.5. Análises biométricas

Os dados biométricos foram mensurados a cada 30 dias em casa-de-vegetação, as plantas e as análises foram realizadas conforme descrito no experimento piloto.

As demais análises biométricas foram feitas conforme experimento piloto, aos 240 dias.

5.2.6. Composição mineral

Seguiu-se a mesma metodologia do experimento piloto.

5.2.7. Contagem de bactérias totais

Seguiu-se a mesma metodologia do experimento piloto.

5.2.8. Análise dos dados

Foi realizada análise de variância dos dados, na qual os fatores qualitativos foram desdobrados em efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos), mantendo a magnitude e a unidade do efeito (um grupo de totais vs. outro), utilizando a Diferença Mínima Significativa (DMS) como padrão de aceitação ou rejeição. A aplicação do teste F aos desdobramentos dos fatores foi realizada em nível de 5% probabilidade, via programa estatístico SAEG (Steel e Torrie, 1960).

Já os gráficos contendo as curvas de resposta, através de parâmetros da regressão, foram montados seguindo os melhores modelos polinomiais (primeiro e segundo grau) pré-definidos pelo SAEG, onde a escolha destes foi baseada aplicando-se teste F a 5% de probabilidade, comprovando assim a existência de regressão, além da análise dos coeficientes Beta e R^2 . Cada quantificação biométrica (variável dependente) foi estatisticamente analisada em função do tempo (variável independente) por cada tratamento, pelo SAEG (Ribeiro Jr. e Melo, 2008), com os gráficos posteriormente construídos em Microsoft Office Excel 2007.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. EXPERIMENTO PILOTO

De modo geral foi observado que a adição de VEB ao substrato possibilitou incrementos positivos e significativos de todas as variáveis da parte aérea analisada em relação ao controle, sendo que a adição de um terço de VEB misturado ao Latossolo Amarelo (1:3 v:v) como substrato foi suficiente para incrementar a matéria seca da parte aérea (MSPA), número de folhas (NF), diâmetro da base (DB), massa de matéria fresca da parte aérea, (MFPA), em 167, 34, 52, 203%, respectivamente, em relação ao controle (Figura 1). A ausência de vermicomposto no substrato (T3 e T6) diminuiu significativamente a amplitude de resposta para as características de crescimento da parte aérea dos abacaxizeiros. Este resultado evidencia a importância do vermicomposto como condicionador físico-químico para atividade de promoção de crescimento da bactéria inoculada nas condições do presente experimento, onde plantas micropropagadas de abacaxi apresentam um sistema radicular pouco desenvolvido.

A necessidade de aplicação do vermicomposto fica evidenciada pela ausência de resposta negativa nos tratamentos que AH+BAC_(s) e/ou AH+BAC_(s)+BAC_(p) foram aplicados no substrato de plantio e/ou pulverizado na presença de vermicomposto misturado ao substrato (Figura 1).

Estes estudos indicam que benefícios adicionais ao crescimento e desenvolvimento de mudas de abacaxi oriundas de micropropagação pela bacterização no substrato ou parte aérea e sua combinação com aplicação de frações da matéria orgânica (p.ex., ácidos húmicos) dependerão de ajustes tecnológicos que envolvem seleção de estirpes com desempenho

superior em substratos ricos em vermicomposto, avaliação da densidade de inóculo da bactéria, época e forma de aplicação das mesmas, bem como avaliação da necessidade de solarização do substrato.

A análise conjunta dos dados da Figura 1, apontam a variável acúmulo de reserva de matéria seca – MSPA nas mudas de abacaxizeiro ‘Vitória’ como a que mais contribuiu para discriminação dos efeitos entre os tratamentos o que está de acordo com trabalho de Baldotto et al. (2010).

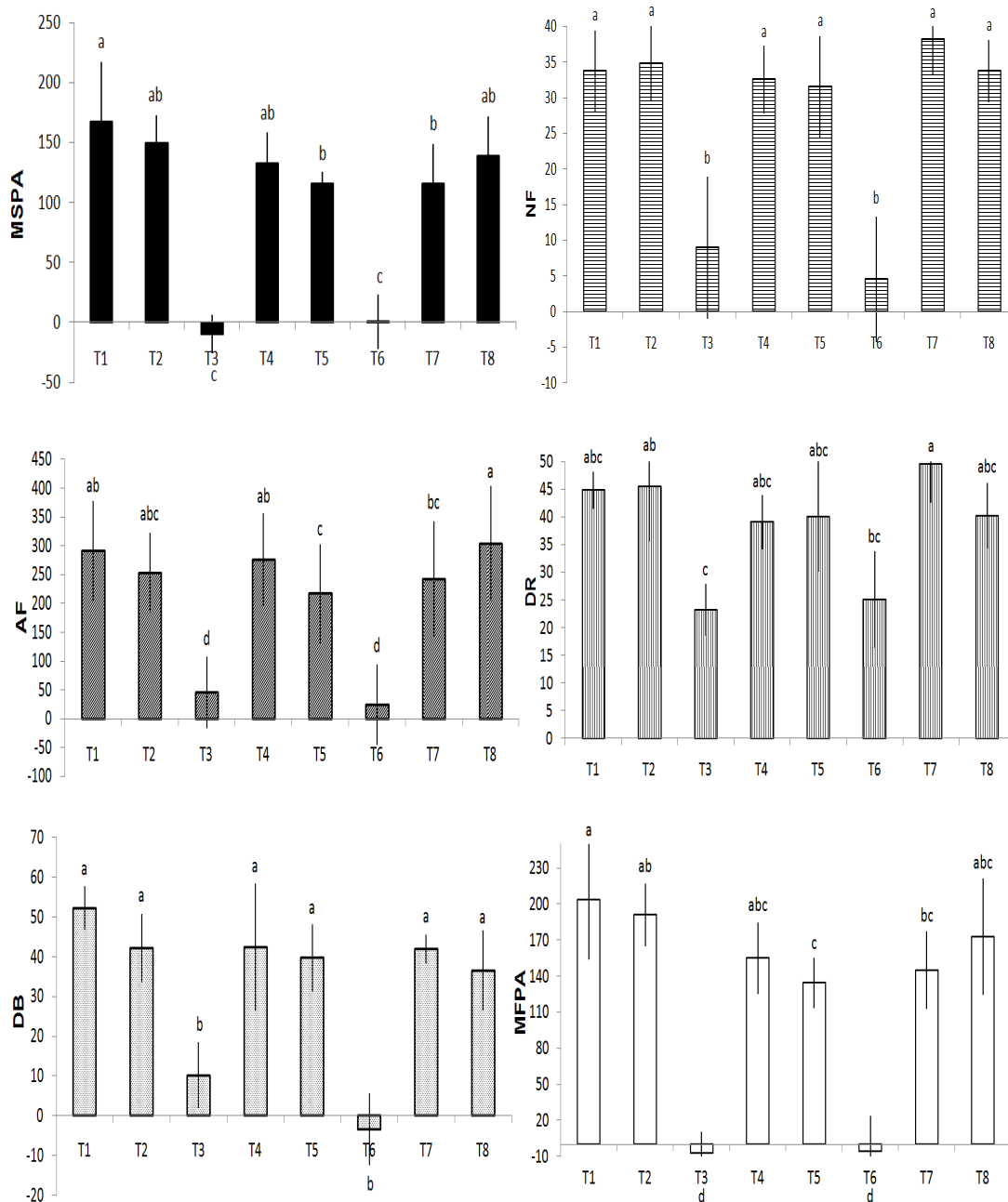


Figura 1. Incremento relativo (%) da parte aérea: MSPA: matéria seca da parte aérea, NF: número de folhas, AF: área foliar, DR: diâmetro da roseta, DB: diâmetro da base e MFPA: matéria fresca da parte aérea do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 90 dias após a instalação do experimento piloto. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,50V, T3: AH+BAC_(s), T4: 0,33V+AH+BAC_(s), T5: 0,50V+AH+BAC_(s), T6: AH+BAC_(s)+BAC_(p), T7: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T8: 0,50V+AH+BAC_(s)+BAC_(p). Coeficientes de variação: MSPA= 24,61%, NF=6,01%, AF=16,83%, DR=27,82%, DB= 23,45% e MFPA=19,81%.

Isso pode ser explicado pelos resultados positivos quanto à utilização de fertilizantes orgânicos como parte do substrato para crescimento de mudas de espécies florestais e/ou frutíferas, tais como *Eucalyptus saligna* Smith (Caldeira et al. (2000), araçazeiro (Casagrande Jr. et al. (1996), abacaxizeiro 'Imperial' e 'Pérola' (Catunda et al. (2008), Moreira et al. (2006), que já vem sendo obtidos, confirmando que substratos com somente solo ou Plantmax® sem a mistura de um material orgânico, resultam em desenvolvimento inferior de mudas em processo de adaptação fisiológica pré-plantio no campo. O VEB já é comprovadamente um ótimo produto de mistura como substrato de plantio, devido à sua alta carga microbiana benéfica, ao alto conteúdo de matéria orgânica e à grande quantidade de macro e micronutrientes e seus condicionantes positivos sobre a estrutura física do substrato (Landgraf et al., 1999, Castro, 2003, Padmavathiamma et al., 2008), o que justifica os resultados observados.

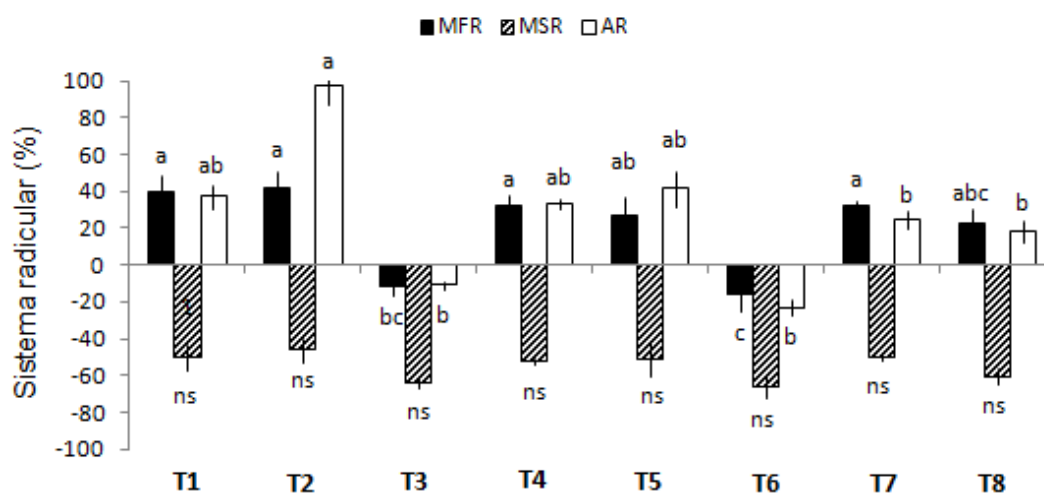


Figura 2. Incremento relativo (%) de MFR: matéria fresca da raiz, MSR: matéria seca da raiz e AR: área radicular do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 90 dias após a instalação do experimento piloto. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,50V, T3: AH+BAC_(s), T4: 0,33V+AH+BAC_(s), T5: 0,50V+AH+BAC_(s), T6: AH+BAC_(s)+BAC_(p), T7: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T8: 0,50V+AH+BAC_(s)+BAC_(p). Coeficientes de variação: MFR= 23,51%, MSR= 87,41% e AR= 36,45%.

Analisando os dados do sistema radicular, mais uma vez foi observado o efeito positivo do uso de VEB no substrato, sendo que o uso de um terço de VEB no substrato de crescimento proporcionou aumento relativo de 40% na massa de matéria fresca da raiz e área radicular. O aumento da concentração de vermicomposto no substrato para um meio representou aumento relativo de 40% na matéria fresca da raiz e 90% na área radicular (Figura 2). Em geral observou-se o aumento da área radicular e diminuição da matéria seca da raiz, o que pode ser explicado pela busca de nutrientes pelas plantas em Latossolo Amarelo, um substrato pobre, demandando maior sistema radicular (Primavesi, 2002, Moreira et al. 2006, Padmavathiamma et al. 2008). De outra forma, a aplicação de bactérias e ácidos húmicos, reconhecidamente com ação bioestimulante, podem ter incrementado a concentração de substâncias biotivas com ação auxínica acima das doses estimulatórias para o sistema radicular destas plântulas de abacaxi, os quais são pouco proeminentes, resultando em inibição de seu crescimento. Não obstante, a tais efeitos sobre o acúmulo de matéria seca das raízes, não houve comprometimento no acúmulo de massa e nutrientes na parte aérea, a menos que o vermicomposto não seja incorporado ao substrato. A variável matéria seca da raiz (MSR) não foi responsável por discriminar os efeitos entre os tratamentos, já que não houve significância, contrariando Baldotto et al. (2010).

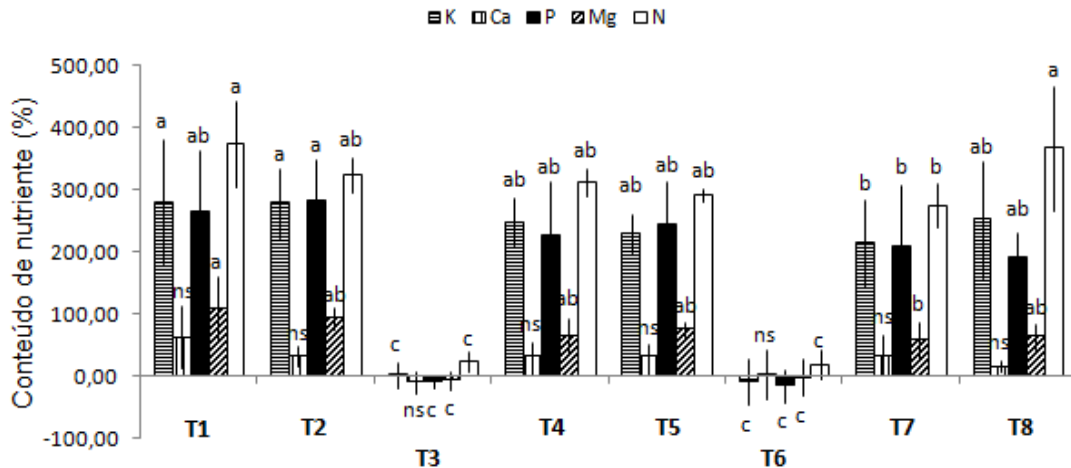


Figura 3. Incremento relativo (%) do conteúdo de N: nitrogênio, P: fósforo, K: potássio, Ca: cálcio e Mg: magnésio do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 90 dias após a instalação do experimento piloto. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,50V, T3: AH+BAC_(s), T4: 0,33V+AH+BAC_(s), T5: 0,50V+AH+BAC_(s), T6: AH+BAC_(s)+BAC_(p), T7: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T8: 0,50V+AH+BAC_(s)+BAC_(p). Coeficientes de variação: N= 9,09%, P= 14,04%, K= 7,97%, Ca= 17,24% e Mg= 16,28%.

Foram observados incrementos no acúmulo de nutrientes na planta para os tratamentos que receberam um terço e/ou um meio de VEB como parte do substrato de plantio. Com um terço de VEB, os incrementos do conteúdo de potássio (K), magnésio (Mg) e nitrogênio (N) foram de: 281, 110 e 375%, respectivamente, enquanto que para o tratamento com um meio de vermicomposto, os incrementos nos conteúdos de K e P foram de: 279 e 284%, em relação ao controle (Figura 3). Quanto à otimização do uso dos produtos utilizados nos tratamentos, o substrato constituído de 1:3 v:v, Latossolo Amarelo mais VEB, foi suficiente para o acúmulo de nutrientes às mudas de abacaxizeiro se comparado aos tratamentos que tinham até um meio de VEB combinados ou não com AH+BAC_(s) e/ou BAC_(p), o que reforça a importância do material orgânico, mesmo em menor volume (Landgraf et al., 1999, Castro, 2003, Minhocultura, 2006, Padmavathiamma et al., 2008).

Além disso, como se sabe, o vermicomposto é uma fonte naturalmente enriquecida com AH, molécula de elevada atividade biológica (Nardi et al., 1996; Masciandaro et al., 1999; Dell'Agnola e Nardi, 1987; Muscolo e Nardi, 1997; Muscolo et al., 1999; Façanha et al., 2002; Canellas et al., 2002; Quaggiotti et al., 2004; Canellas et al., 2006; Rodda et al.,

2006a,b; Zandonadi et al., 2007). Atividade esta parecida com a de hormônios vegetais, aumentando a absorção de nutrientes e o crescimento vegetal (Vaughan e Malcolm, 1985; Chen e Aviad, 1990; Nardi et al., 2002), pelo maior enraizamento e aumento do número de sítios de mitose e emergência de raízes laterais, que efetivamente são responsáveis pela absorção dos nutrientes (Primavesi, 2002), já demonstrado para plântulas de milho (Canellas et al., 2002; Zandonadi et al., 2007) e *Arabidopsis* (Dobbss et al., 2007), o que pode beneficiar o aumento do número de pontos de infecção para as bactérias diazotróficas (Cerigioli, 2006), comprovadamente presente no tecido radicular e aéreo das plantas que receberam um terço e um meio de VEB (Figura 3), explicando o acúmulo de N nas plantas nesses tratamentos.

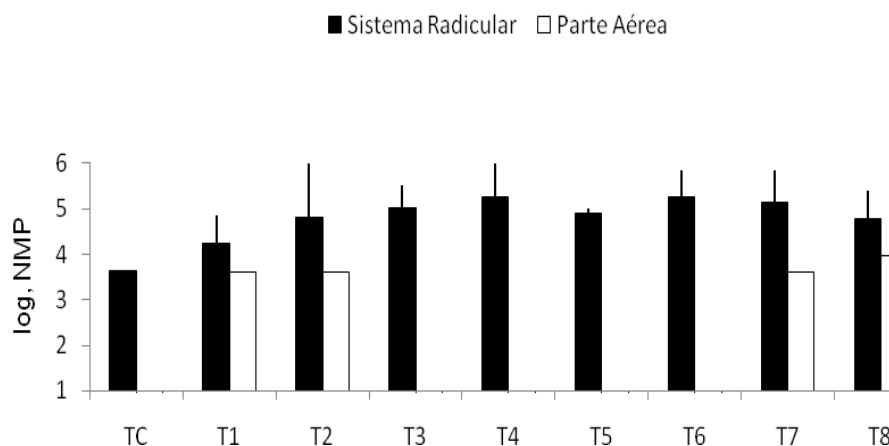


Figura 4. Log do NMP (Número Mais Provável) de bactérias diazotróficas, e seus desvios padrões em relação à média, por grama de raiz e de folha D do abacaxizeiro 'Vitória' aos 90 dias após a instalação do experimento. Onde: TC: controle, T1: 0,33V, T2: 0,50V, T3: AH+BAC_(s), T4: 0,33V+AH+BAC_(s), T5: 0,50V+AH+BAC_(s), T6: AH+BAC_(s)+BAC_(p), T7: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T8: 0,50V+AH+BAC_(s)+BAC_(p).

O NMP de bactérias que fixam o nitrogênio atmosférico se manteve relativamente superior quando o produto VEB foi inserido como parte do substrato de plantio. Tratamentos com VEB tiveram influência positiva tanto na população de diazotróficas nativas associadas a planta, quanto aqueles tratamentos inoculados com *Bulkholderia* sp. estirpe UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* estirpe UENF 117111, associados ao AH no

substrato. Os valores populacionais de diazotróficos associados ao sistema radicular das plantas nos tratamentos com aplicação de vermicomposto ou bacterização alcançaram a ordem de 10^5 células g^{-1} tecido, evidenciado certa estabilização para os microrganismos endofíticos nestas condições de crescimento, principalmente no sistema radicular dos abacaxizeiros 'Vitória' micropropagados (Figura 4).

A introdução de estirpes selecionadas de bactérias diazotróficas em mudas micropropagadas de abacaxizeiros seria bastante facilitada na ausência de competição com outros microrganismos presentes no solo (Folliot & Marchal, 1990), entretanto não houve diferenças da população de diazotróficas na planta quando receberam bactérias no substrato e/ou pulverizados quando tínhamos, mesmo assim, a carga de bactérias nativas fixadoras de N, nos substratos compostos de VEB, dito que várias destas bactérias podem colonizar o abacaxizeiro (Weber et al., 1999, Weber et al., 2003b) (Figura 4). Dessa forma, o uso de bactérias diazotróficas na promoção de crescimento das plântulas propagadas *in vitro* de abacaxizeiro durante a fase de aclimação pode ser uma alternativa importante para a redução de custos de produção com base na maior eficiência nutricional e de crescimento, antecipando o tempo de sua transferência para o campo (Weber et al., 2003a, Baldotto, 2010).

Nas raízes das mudas de abacaxizeiro 'Vitória' que receberam o inóculo bacteriano detectaram-se as maiores populações de bactérias diazotróficas (Figura 4), como também observou Weber et al. (2003a) em trabalho equivalente com a variedade Cayenne Champac. Além disso, os ácidos húmicos podem atuar também no aumento da população de bactérias diazotróficas introduzidas no interior da planta e, conseqüentemente, no incremento dos efeitos benéficos sobre a planta hospedeira (Marques Júnior, 2006), além de não interferirem negativamente no crescimento das bactérias, estimulando a colonização da microbiota nativa (Conceição et al., 2009).

Quadro 9. Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) da parte aérea das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 30, 60 e 90 dias pós-plantio.

FV ⁽¹⁾	Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) ⁽³⁾								
	Parte aérea ⁽²⁾								
	NF	ALT	CD	LD	DR	DB	MFFD	MSFD	AF
	unid.	cm			- mm -		g		-- cm ² --
(-) vs Fatorial (30)	2 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,27*	0,81 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,71*
	(14,24)	(2,39)	(11,38)	(32,11)	(5,84)	(3,23)	(23,03)	(5,95)	(29,03)
(-) vs Fatorial (60)	3*	1,04 ^{ns}	3,68*	0,98*	1,71 ^{ns}	1,99*	0,53*	0,04*	6,95*
	(19,23)	(12,51)	(63,85)	(208,93)	(11,58)	(18,77)	(344,98)	(195,55)	(421,55)
(-) vs Fatorial (90)	4*	3,65*	6,22*	0,86*	4,86*	3,66*	0,75*	0,05*	9,45*
	(27,50)	(48,65)	(92,64)	(87,50)	(38,56)	(32,73)	(233,21)	(77,13)	(233,93)
Solo vs VEB (30)	2 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,00 ^{ns}	0,43*	1,30 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,21*	0,01 ^{ns}	2,58*
	(15,28)	(6,24)	(10,53)	(50,98)	(9,41)	(8,14)	(39,90)	(15,13)	(43,88)
Solo vs VEB (60)	3*	2,01*	3,88*	1,31*	2,88*	3,05*	0,72*	0,06*	9,34*
	(23,08)	(24,10)	(67,20)	(280,36)	(19,49)	(28,76)	(468,32)	(267,59)	(566,48)
Solo vs VEB (90)	5*	5,21*	7,95	1,07*	5,69*	5,29*	0,99*	0,07*	11,66*
	(33,33)	(69,44)	(118,36)	(108,47)	(45,17)	(47,25)	(308,01)	(113,45)	(288,66)
S/ Pulv. vs C/ Pulv. (30)	0 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,45 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,26 ^{ns}
	(0,00)	(-1,03)	(3,14)	(-3,70)	(-3,14)	(3,37)	(0,79)	(3,21)	(-3,60)
S/ Pulv. vs C/ Pulv. (60)	0 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,05 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,38 ^{ns}
	(0,00)	(-7,02)	(-14,71)	(-10,09)	(-6,75)	(3,92)	(-19,59)	(-17,93)	(-19,41)
S/ Pulv. vs C/ Pulv. (90)	0 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,49 ^{ns}	-0,64 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
	(-1,79)	(-6,68)	(-6,05)	(-0,19)	(-2,89)	(4,98)	(-3,03)	(-0,66)	(1,11)

⁽¹⁾ FV: (-): controle; Fatorial: todos os tratamentos; Solo: horizonte B de latossolo amarelo; VEB: vermicomposto de esterco bovino; S/ Pulv. e C/ Pulv.: sem e com pulverização de solução bacteriana *Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111 dois meses após plantio; (30), (60) e (90): 30, 60 e 90 dias após o plantio, respectivamente. ⁽²⁾ Parte aérea: NF: número de folhas; ALT: altura; CD: comprimento da folha D; LD: largura da folha D; DR: diâmetro da roseta; DB: diâmetro da base; MFFD: matéria fresca da folha D; MSFD: matéria seca da folha D; AF: área foliar. ⁽³⁾ (-) vs Fatorial: efeito do fatorial sobre o controle; Solo vs VEB: efeito do vermicomposto sobre o solo e; S/ Pulv. vs C/ Pulv.: efeito da reaplicação das bactérias. * e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% pelo teste F, que nesse caso, os efeitos comparativos entre grupos tratados, se baseou na Diferença Mínima Significativa (DMS).

A partir dos Quadros 9 e 10 visualizou de forma genérica os efeitos comparativos entre grupos tratados, a fim de determinar a resposta do efeito do produto contido no tratamento ao longo do experimento, incluso dessa maneira, a resposta antes e depois, como por exemplo, à segunda inoculação com pulverização de solução bacteriana *Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111 realizada aos 60 dias após o plantio.

Incrementos das plantas tratadas (fatorial) comparativamente ao controle foram obtidos para os principais atributos avaliados: aos 60 dias de

plântio, de aproximadamente, 196% na matéria seca da folha D (MSFD) e de 422% na área foliar (AF) e, aos 90 dias, de 28% no NF (Quadro 9) e, de 188% no conteúdo de K (Quadros 10), o que evidencia as vantagens da utilização do material orgânico VEB (Landgraf et al., 1999, Castro, 2003, Minhocultura, 2006, Moreira et al., 2006, Padmavathiamma et al., 2008, Catunda et al., 2008), da inoculação de bactérias endofíticas (Weber et al., 1999, Weber et al., 2003ab, Baldotto, 2010), da aplicação combinada com ácidos húmicos (Marques Júnior, 2006, Conceição et al., 2009, Baldotto et al., 2009) promovendo o crescimento biométrico e o acúmulo de nutrientes nas mudas tratadas de abacaxizeiro 'Vitória', o que obteve com os resultados a seguir, reduzindo o tempo demandado pelo processo de aclimação (6 a 8 meses) (Moreira, 2001, Barboza et al., 2006).

Avaliando o efeito do contraste entre VEB e o controle, incrementos significativos para todas as características de crescimento foram observados aos 60 dias, com amplitude de resposta mínima e máximas para MSFD e AF, de 268 e 566%, respectivamente, e, aos 90 dias, de 33% no NF (Quadro 9) a 280% para o conteúdo de K (Quadro 10).

Em relação aos grupos tratados com e sem pulverização da solução (*Bulkholderia sp.* UENF 114111 e *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111), na comparação realizada aos 60 dias pós-plântio, não foram observadas diferenças significativas para as variáveis avaliadas (Quadros 9 e 10), indicando a não necessidade de aplicar uma segunda dose da bactérias sob a forma de pulverização na parte aérea.

Quadro 10. Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) do sistema radicular e do acúmulo de nutrientes na parte aérea das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 90 dias pós-plantio.

FV ⁽¹⁾	Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) ⁽⁴⁾							
	Sistema radicular ⁽²⁾			Conteúdo de Nutrientes ⁽³⁾				
	MFR	MSR	AR	N	P	K	Ca	Mg
	g		mm ²	mg planta ⁻¹				
(-) vs Fatorial (90)	0,649 ^{ns} (20,80)	-0,43 ^{ns} (-55,04)	1359,60 ^{ns} (27,17)	8,75* (248,60)	3,35* (174,99)	5,12* (187,56)	1,81 ^{ns} (26,01)	0,30* (57,46)
Solo vs VEB (90)	1,263 ^{ns} (40,46)	-0,38 ^{ns} (-48,31)	3353,88* (67,02)	12,30* (349,49)	5,28* (275,44)	7,64* (280,01)	3,30 ^{ns} (47,45)	0,53* (101,72)
S/ Pulv. vs C/ Pulv. (90)	-0,085 ^{ns} (2,35)	-0,02 ^{ns} (6,95)	-747,36 ^{ns} (12,31)	0,42 ^{ns} (-3,87)	-0,50 ^{ns} (10,26)	-0,21 ^{ns} (2,97)	-0,09 ^{ns} (1,05)	-0,02 ^{ns} (3,29)

⁽¹⁾ FV: (-): controle; Fatorial: todos os tratamentos; Solo: horizonte B de latossolo amarelo; VEB: vermicomposto de esterco bovino; S/ Pulv. E C/ Pulv.: sem e com pulverização de solução bacteriana *Bulkholderia* sp. UENF 114111 + *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111 dois meses após plantio; (90): 90 dias após o plantio. ⁽²⁾ Sistema radicular: MFR: matéria fresca da raiz; MSR: matéria seca da raiz; AR: área radicular. ⁽³⁾ Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca e Mg: conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. ⁽⁴⁾ (-) vs Fatorial: efeito do fatorial sobre o controle; Solo vs VEB: efeito do vermicomposto sobre o solo e; S/ Pulv. vs C/ Pulv.: efeito da reaplicação das bactérias. * e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% pelo teste F, que nesse caso, os efeitos comparativos entre grupos tratados, se baseou na Diferença Mínima Significativa (DMS).

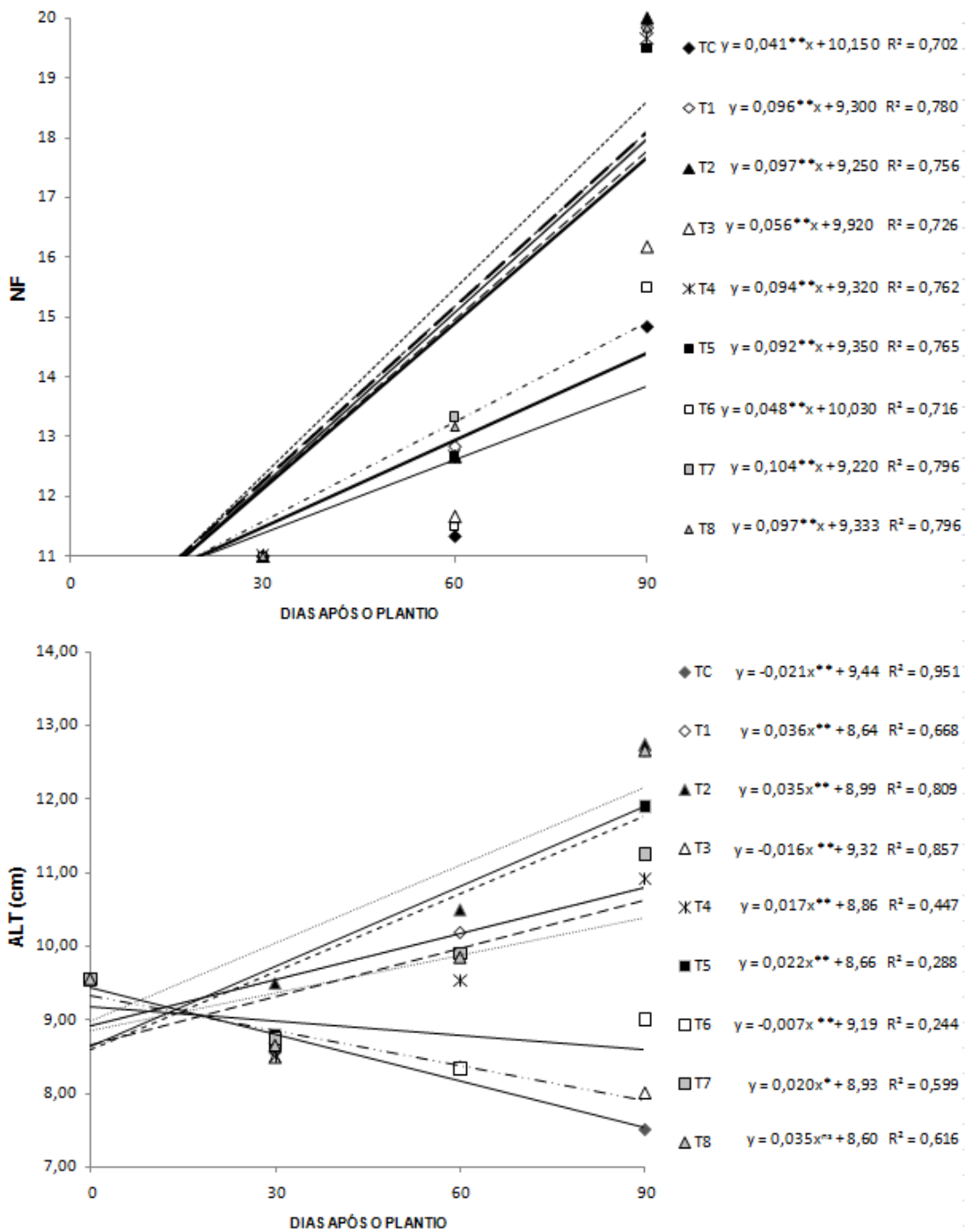


Figura 5. Regressão para as variáveis: número de folhas (NF) e altura (ALT) do abacaxizeiro 'Vitória', ao longo do tempo 0 a 90 dias, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

Para o experimento piloto, com 90 dias após o plantio (DAP), o aumento no número de folhas (NF) se deu a partir de 30 DAP como apresenta as curvas de resposta por tratamento (Figura 5). Observa-se

também que a maior resposta foi com substrato contendo Latossolo Amarelo mais VEB na proporção (1:1 v:v) (T2) e que, as menores inclinações das curvas foram com tratamentos que não receberam VEB, demonstrando seu importante papel responsivo para o NF (Figura 5). Landgraf et al. (1999), Castro (2003), Padmavathiamma et al. (2008) verificaram também a ação benéfica do material orgânico em substratos de plantio. Similarmente, para a altura de plantas, observou redução para curvas de tratamento sem VEB e, maior curva de resposta para o substrato T2 (Figura 5).

Com a condução do experimento piloto, verificou que os melhores tratamentos para o aumento do NF e ALT foram aqueles que continham VEB, levando uma maior inclinação da curva de resposta dada 30 DAP (Figura 5), uma conseqüência da maior fertilidade física, química e biológica desse substrato de plantio (Vaughan e Malcolm, 1985; Chen e Aviad, 1990; Nardi et al., 2002). Os tratamentos que mais se destacaram, referentes a essas variáveis, foram T1 e T2, que em geral, não diferiram muito em relação aos demais que continham além do VEB, AH+BAC_(s) e/ou BAC_(p); logo, insumos mais simples e econômicos, do ponto de vista dos produtos nele contidos formando o substrato, promoveram um crescimento equivalente às mudas de abacaxizeiro 'Vitória'.



Figura 6. Mudanças pré (bandeja de isopor contendo as mudas) e pós-plantio (mudas tratadas: TC a T6) de abacaxizeiro 'Vitória', aos 90 dias após a instalação do experimento piloto, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

Para o atributo ALT, verificou-se decréscimo das mudas de abacaxizeiro 'Vitória' quando da utilização de um substrato pobre, aqueles com Latossolo Amarelo, onde visualizou as mudas pré-plantio e as mudas 90 DAP (Figura 6), que são os tratamentos TC, T3 e T6, já que sem o VEB, tais substratos colaboraram até o fim desse experimento (90 dias), com certo declínio para com a biometria da parte aérea. Dessa forma, substratos de baixa manutenção de água, baixo teor de carbono e percentagem de saturação por bases (Quadro 4) colaboram negativamente para o crescimento vegetal, contrariamente quando contêm vermicomposto, cujas características são: alta densidade total, boa retenção de água e teor de húmus altos, tendo seu uso aprovado como condicionador de solo (Kämpf, 2000), além do alto teor de carbono e alta percentagem de saturação por bases (Quadro 3).

Os resultados obtidos evidenciam a importância do vermicomposto de esterco bovino (VEB) como substrato para o crescimento de mudas de abacaxizeiro cultivar 'Vitória' no período de aclimatação (ver apêndice, Quadro 13). A aplicação de ácidos húmicos e bactérias também promoveram efeitos significativos na promoção do crescimento quando tinha o material orgânico presente, o que explica a baixa performance das mudas com substrato Latossolo Amarelo, de baixa fertilidade física, química e biológica, como observaram também, pesquisadores acompanhando o crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith (Caldeira et al. (2000), araçazeiro (Casagrande Jr. et al. (1996) e abacaxizeiro 'Imperial' e 'Pérola' (Catunda et al. (2008), Moreira et al. (2006). Em conclusão, o VEB adicionado como substrato para cultura do abacaxizeiro cultivar 'Vitória' micropropagado é eficiente para acelerar a fase de crescimento durante a aclimatação.

6.2. EXPERIMENTO DEFINITIVO

Com a finalidade de confirmar os melhores resultados obtidos no experimento piloto, esse experimento evidenciou o desempenho superior dos substratos contendo matéria orgânica estabilizada na forma de vermicomposto para plantio de mudas micropropagadas do abacaxizeiro 'Vitória' em fase de viveiro, comparando-os a um substrato com fertilização sintética (Figura 7).

A Figura 7 mostra de maneira geral que a adição de um terço de VEB misturado ao Latossolo Amarelo (1:3 v:v) como substrato possibilitou incrementos estatisticamente significativos para T1 (0,33V) e T2 (0,33V+AH+BAC_(s)), visualizando-se o crescimento da parte aérea, exceto para T3 (0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p)) e T4 (N, P e K), os quais foram estatisticamente equivalentes apenas para o diâmetro da roseta (DR). Logo, obtivemos para T1: matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), DR, diâmetro da base (DB), massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), em 121, 34, 32, 33, 89%, respectivamente, em relação ao TC (Latossolo Amarelo), não existindo diferença estatística em relação ao T2 para as mesmas variáveis (Figura 7).

Os tratamentos T3 e T4 foram os que trouxeram menores benefícios ao crescimento da parte aérea das mudas, não diferindo estatisticamente (Figura 7).

Assim como no experimento piloto, de modo geral observou bons resultados quando o substrato continha um terço de VEB e dois terços de Latossolo Amarelo (1:3 v:v) em muitos casos superando o tratamento T4 com 100% da dose recomendada para cultura do abacaxizeiro (Ribeiro, 1999). Dessa maneira, pôde destacar a importância da utilização de insumos orgânicos como parte do substrato para crescimento de mudas, como observaram também para mudas de outras culturas como: *Eucalyptus saligna* Smith (Caldeira et al. (2000), araçazeiro (Casagrande Jr. et al. (1996) e, no próprio abacaxizeiro 'Imperial' e 'Pérola' (Catunda et al. (2008), Moreira et al. (2006), confirmando que substratos ricos resultam em desenvolvimento superior de mudas em processo de adaptação fisiológica pré-plantio no campo. O VEB, quando ofertado na propriedade, pode ser um produto na constituição do substrato de plantio, visto suas vantagens (Landgraf et al.,

1999, Castro, 2003, Padmavathiamma et al., 2008), justificando as observações experimentais.

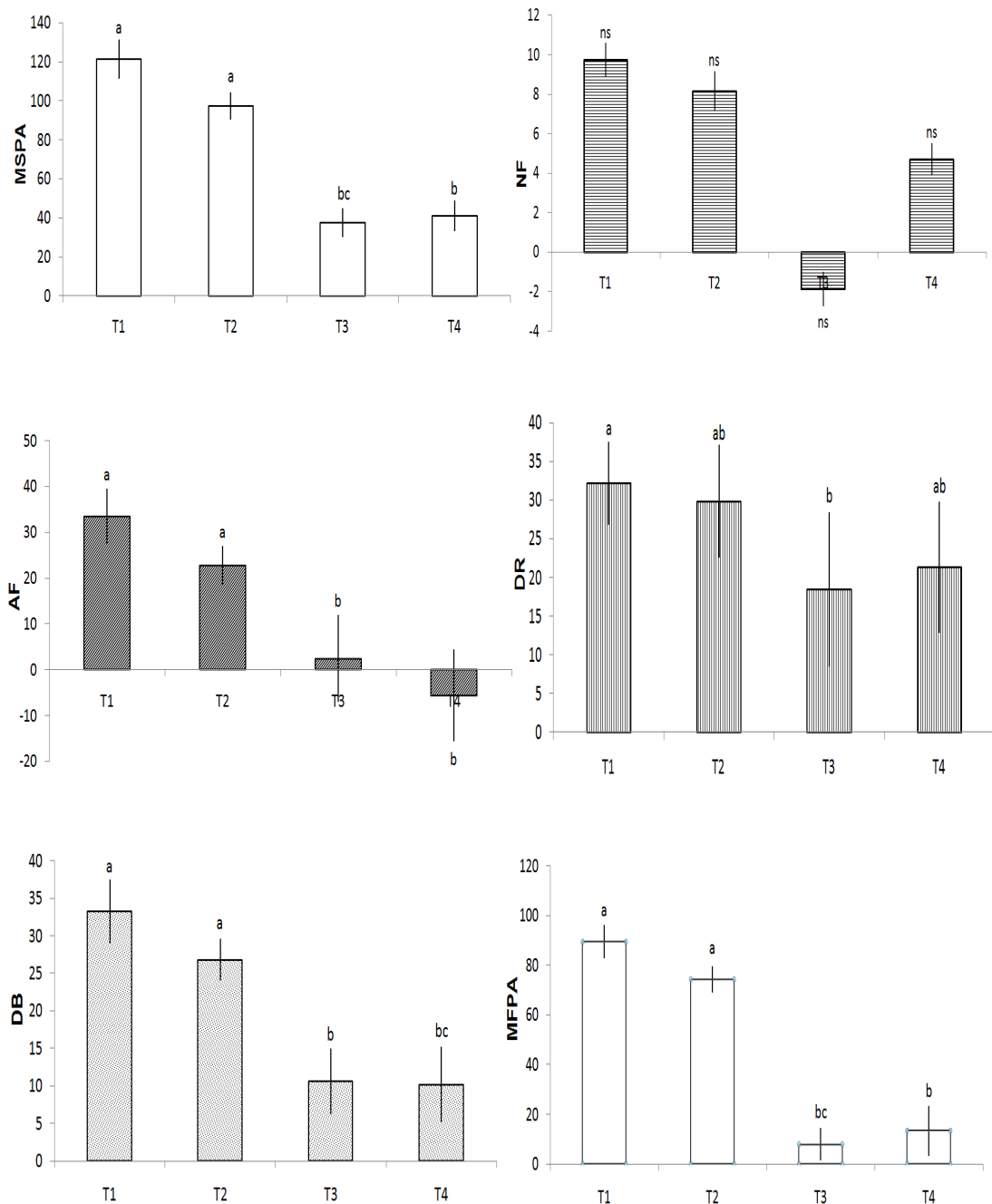


Figura 7. Incremento relativo (%) da parte aérea: MSPA: matéria seca da parte aérea, NF: número de folhas, AF: área foliar, DR: diâmetro da roseta, DB: diâmetro da base e MFPA: matéria fresca da parte aérea do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 240 dias após a instalação do experimento definitivo. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,33V+AH+BAC_(s), T3: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T4: N, P e K. Coeficientes de variação: MSPA= 22,05%, NF= 10,68%, AF= 18,95%, DR= 11,77%, DB= 9,96% e MFPA= 20,04%.

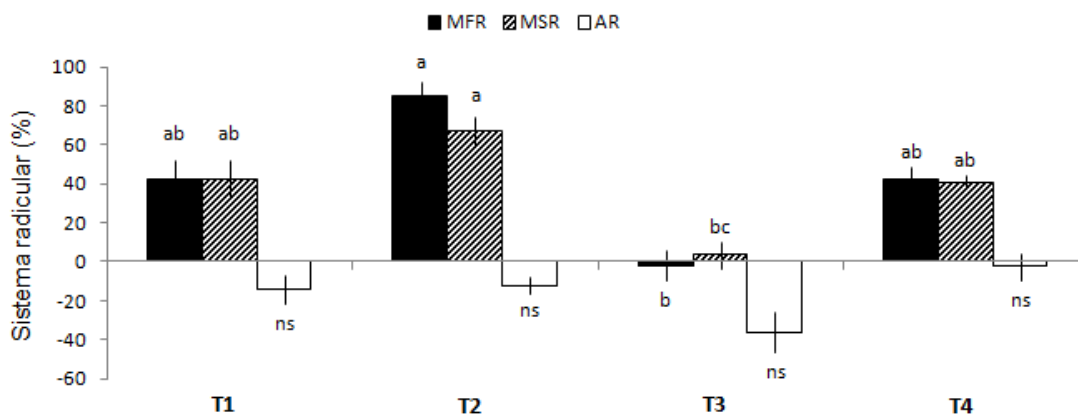


Figura 8. Incremento relativo de MFR: matéria fresca da raiz, MSR: matéria seca da raiz e AR: área radicular do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 240 dias após a instalação do experimento definitivo. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,33V+AH+BAC_(s), T3: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T4: N, P e K. Coeficientes de variação: MFR= 32,74%, MSR= 27,62% e AR= 31,69%.

Contrapondo os dados do sistema radicular das mudas de abacaxizeiro 'Vitória' da maioria dos tratamentos do experimento piloto, obteve na Figura 8 um acúmulo maior de MSR e menor de AR em relação ao TC (Latossolo Amarelo) (substrato pobre) demandando maior sistema radicular (Primavesi, 2002, Moreira et al. 2006, Padmavathiamma et al. 2008), e a possibilidade do aumento e atuação de raízes finas, que aumentaram a MSR. Esta variável foi responsável por discriminar os efeitos entre os tratamentos (Baldotto et al., 2010), assim como a AR.

Para os atributos do sistema radicular, um terço de VEB mais dois terços de Latossolo Amarelo combinado com AH+BAC_(s) (T2) incrementou 85 e 67%, respectivamente, da massa de matéria fresca e seca da raiz em relação ao TC, não diferindo estatisticamente de T1 e T4, porém sendo T3 inferior, mas não menor que TC (Figura 8).

Portanto, para as características de crescimento da parte aérea (Figura 7) e de raiz (Figura 8) e o conteúdo de macronutrientes (Figura 9) das mudas com seus substratos contendo o T3 (0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p)), fica evidente que a reinoculação por pulverização de uma de uma suspensão bacteriana contendo *Bulkholderia* sp. UENF 114111 +

Bulkholderia silvatlantica UENF 117111, com até 10^9 células mL^{-1} , 60 dias após o plantio, não é uma prática recomendável para tais condições experimentais, visto que foram obtidos incrementos de aproximadamente a metade de T1 e T2. A resposta a pulverização de bactérias na parte aérea depende do estágio de desenvolvimento da planta, como observado por Olivares et al. (2010), com plantas de milho sob condições de campo.

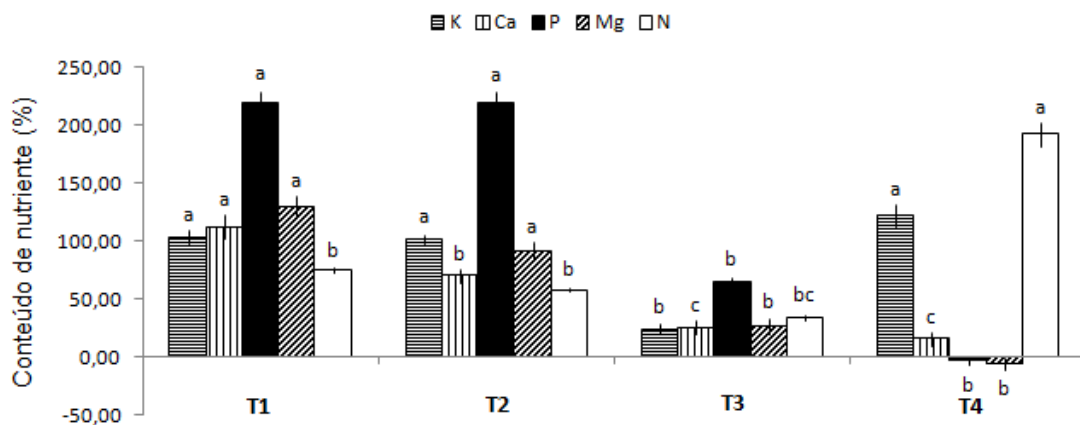


Figura 9. Incremento relativo do conteúdo de N: nitrogênio, P: fósforo, K: potássio, Ca: cálcio e Mg: magnésio do abacaxizeiro 'Vitória', em relação ao controle (TC), aos 240 dias após a instalação do experimento definitivo. Onde: T1: 0,33V, T2: 0,33V+AH+BAC_(s), T3: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T4: N, P e K. Coeficientes de variação: N= 9,00%, P= 14,17%, K= 7,89%, Ca= 13,51% e Mg= 5,62%.

De forma geral, o acúmulo de nutrientes nas mudas de abacaxizeiro 'Vitória' foram superiores quando os substratos para crescimento foram T1 e T2, iguais estatisticamente para os conteúdos de K, P, Mg e N. O tratamento T1 promoveu incrementos relativos nas plantas do conteúdo de potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg), em 104, 113, 220, 130%, respectivamente. Enquanto que para abacaxizeiros contendo T3 como substrato, os incrementos em K, P, Mg, respectivamente, foram de 102, 70 e 220%, em relação ao TC (Figura 9). Para o tratamento T4, com fertilização sintética, houve incrementos nos conteúdos de nitrogênio (N) e K, em 193 e 122%, iguais estatisticamente a T1 e T2.

O acúmulo superior de nutrientes na mudas com 240 dias de experimentação para os tratamentos T1, T2 e T3, este com resposta inferior,

pode ser justificado pelo conteúdo de um terço de VEB no substrato (Figura 9).

O vermicomposto é uma fonte naturalmente enriquecida com AH, molécula de elevada atividade biológica (Façanha et al., 2002; Canellas et al., 2002; Quaggiotti et al., 2004; Canellas et al., 2006; Rodda et al., 2006a,b; Zandonadi et al., 2007). Atividade esta parecida com a de hormônios vegetais, aumentando a absorção de nutrientes e o crescimento vegetal (Vaughan e Malcolm, 1985; Chen e Aviad, 1990; Nardi et al., 2002), pelo maior enraizamento e aumento do número de sítios de mitose e emergência de raízes laterais, que efetivamente são responsáveis pela absorção dos nutrientes (Primavesi, 2002), já demonstrado para plântulas de milho (Canellas et al., 2002; Zandonadi et al., 2007) e *Arabidopsis* (Dobbss et al., 2007), o que pode também beneficiar o aumento do número de pontos de infecção para as bactérias diazotróficas (Cerigioli, 2006), comprovadamente presente no tecido radicular das plantas que receberam um terço de VEB (Figura 10), explicando o acúmulo de K, Ca, P, Mg e N nas plantas nesses tratamentos (Baldotto, 2009), como demonstra a Figura 9.

O NMP de bactérias diazotróficas em TC, T1, T2 e T3 manteve um patamar populacional equivalente levando em consideração os desvios padrões, com particularidade de bactérias nativas atuando no TC e T1 (0,33V). Já o tratamento solo adicionado de 100% da dose recomendada de fertilizantes sintéticos para cultura (T4), diminuiu a população de diazotróficas no rizoplane e endofiticamente no sistema radicular do abacaxizeiro 'Vitória', em 3 unidades logarítmicas, prejudicando a possível relação planta e microrganismos benéficos, como demonstraram resultados a seguir (Figura 10).

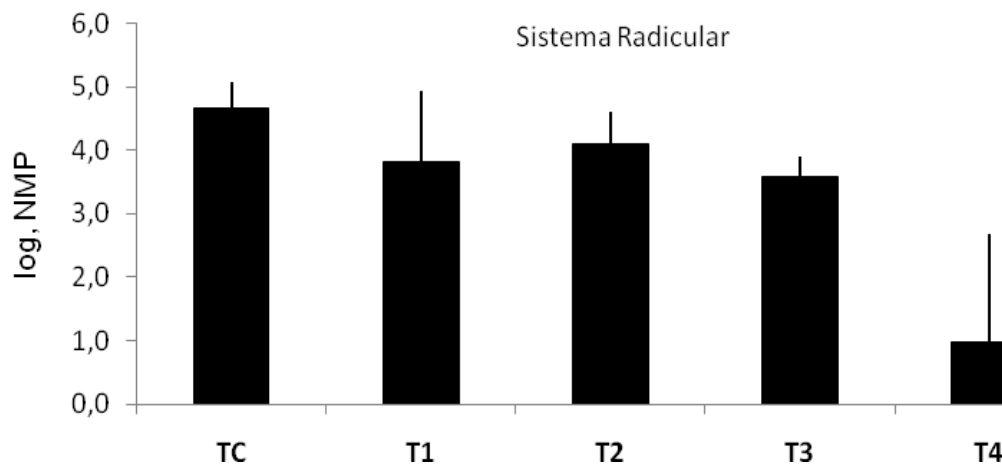


Figura 10. Log do NMP (Número Mais Provável) de bactérias diazotróficas, e seus desvios padrões em relação à média, por grama de raiz do abacaxizeiro 'Vitória' aos 240 dias após a instalação do experimento definitivo. Onde: TC: controle, T1: 0,33V, T2: 0,33V+AH+BAC_(s), T3: 0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p) e T4: N, P e K.

Quadro 11. Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) da parte aérea das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 180, 210 e 240 dias pós-plantio.

FV ⁽¹⁾	Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) ⁽³⁾								
	Parte aérea ⁽²⁾								
	NF	ALT	CD	LD	DR	DB	MFFD	MSFD	AF
	unid.	cm			- mm -		g		-- cm ² --
(-) vs VEB (180)	2*	3,98*	1,35 ^{ns}	0,54*	0,72 ^{ns}	4,23*	0,41*	0,03*	7,10*
	(7,23)	(30,64)	(8,18)	(26,60)	(2,86)	(31,26)	(26,00)	(22,20)	(41,12)
(-) vs VEB (210)	1*	3,90*	3,87*	0,18*	1,80 ^{ns}	4,30*	0,95*	0,10*	10,54*
	(4,90)	(24,53)	(21,42)	(6,72)	(6,87)	(29,88)	(48,22)	(49,36)	(41,90)
(-) vs VEB (240)	2 ^{ns}	4,72*	2,63*	0,10 ^{ns}	9,17*	4,18*	0,71 ^{ns}	0,07 ^{ns}	6,79*
	(5,33)	(23,64)	(11,73)	(3,33)	(26,80)	(23,57)	(21,16)	(19,56)	(19,57)
(-) vs Fert. (180)	1*	1,80*	0,45 ^{ns}	0,60*	0,00 ^{ns}	11,36*	0,32*	0,02 ^{ns}	8,74*
	(5,62)	(13,85)	(2,73)	(29,56)	(0,00)	(83,94)	(20,20)	(15,41)	(50,62)
(-) vs Fert. (210)	1 ^{ns}	1,50 ^{ns}	3,15*	0,07 ^{ns}	4,25 ^{ns}	3,12*	0,82*	0,10*	8,58*
	(3,94)	(9,43)	(17,45)	(2,56)	(16,22)	(21,66)	(41,79)	(48,17)	(34,12)
(-) vs Fert. (240)	2 ^{ns}	2,45*	0,45 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	7,30*	1,81 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-1,96 ^{ns}
	(4,70)	(12,28)	(2,00)	(-2,33)	(21,35)	(10,19)	(-10,36)	(-2,56)	(-5,66)
VEB vs Fert. (180)	0 ^{ns}	-2,18*	-0,90 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,72 ^{ns}	-7,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,64 ^{ns}
	(1,50)	(12,86)	(5,04)	(-2,33)	(-2,94)	(-40,13)	(4,60)	(5,55)	(-6,73)
VEB vs Fert. (210)	0 ^{ns}	-2,40 ^{ns}	-0,72 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	2,45 ^{ns}	-1,18 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-1,96 ^{ns}
	(0,91)	(12,12)	(3,27)	(3,89)	(-8,75)	(6,33)	(4,34)	(0,80)	(5,48)
VEB vs Fert. (240)	0 ^{ns}	-2,27 ^{ns}	-2,18 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-1,87 ^{ns}	-2,37 ^{ns}	-1,05 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-8,76 ^{ns}
	(-0,60)	(-9,19)	(-8,70)	(-5,48)	(-4,30)	(-10,83)	(-26,02)	(-18,50)	(-21,10)

⁽¹⁾ FV: (-): controle; VEB: vermicomposto de esterco bovino; Fert.: fertilização sintética com N, P e K (100% da dose recomendada); (180), (210) e (240): 180, 210 e 240 dias após o plantio, respectivamente. ⁽²⁾ Parte aérea: NF: número de folhas; ALT: altura; CD: comprimento da folha D; LD: largura da folha D; DR: diâmetro da roseta; DB: diâmetro da base; MFFD: matéria fresca da folha D; MSFD: matéria seca da folha D; AF: área foliar. ⁽³⁾ (-) vs VEB: efeito do vermicomposto sobre o controle; (-) vs Fert.: efeito da fertilização sobre o controle e; VEB vs Fert.: efeito da fertilização sobre o vermicomposto. * e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% pelo teste F, que nesse caso, os efeitos comparativos entre grupos tratados, se baseou na Diferença Mínima Significativa (DMS).

Os dados apresentados neste quadro refletem os três últimos meses de experimentação, meses de setembro, outubro e novembro, respostas positivas de crescimento foram observadas nesse período, compreendido com luminosidade e temperaturas elevadas.

Efeitos significativos das plantas tratadas com VEB comparativamente ao controle foram superiores para as principais características quantitativas atingindo incrementos, aos 210 dias, para MSFD e AF, com respectivos 49 e 42% e, aos 180 dias, NF atingindo aproximadamente 7% a mais (Quadro 11).

Mudas micropropagadas que receberam fertilização sintética, comparativamente ao controle, tiveram incrementos relativos aos 180 dias

de plantio, de aproximadamente, 6% de NF e 51% de AF e, aos 210 dias, 48% de MSFD. Aos 240 dias, plantas tratadas com fertilização sintética obtiveram acúmulos relativos maiores no conteúdo de K (122%) em relação ao controle, este devido a fonte solúvel, cloreto de potássio (Quadros 11 e 12).

Quanto aos efeitos entre os grupos VEB versus fertilização sintética, não houve significância. Porém, em geral, notam-se efeitos negativos nos períodos analisados, o que pode mostrar que o VEB como substrato é superior (Casagrande Jr. et al., 1996, Landgraf et al., 1999, Caldeira et al., 2000, Castro, 2003, Moreira et al., 2006, Catunda et al., 2008, Padmavathiamma et al., 2008), comparativamente, ao tratamento contendo solo com baixa fertilidade física e biológica (Quadro 11), explicada pelos valores populacionais inferiores de bactérias diazotróficas associadas ao rizoplane e interior do sistema radicular (Figura 10).

Quadro 12. Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) de parte aérea, sistema radicular e do acúmulo de nutrientes das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 240 dias pós-plantio.

FV ⁽¹⁾	Efeitos comparativos entre grupos tratados (incrementos relativos) ⁽⁵⁾								
	Parte aérea ⁽²⁾		Sistema radicular ⁽³⁾			Conteúdo de Nutrientes ⁽⁴⁾			
	AFPA cm ²	MSPA g	MSR	AR mm ²	N	P	K mg planta ⁻¹	Ca	Mg
(-) vs VEB (240)	178,79* (43,41)	3,86* (85,52)	0,19 ^{ns} (37,63)	-2,529 ^{ns} (-20,79)	30,16* (55,76)	11,95* (168,20)	135,85* (76,92)	22,77* (69,61)	16,51* (82,66)
(-) vs Fert. (240)	41,30 ^{ns} (10,04)	1,85* (40,96)	0,21* (40,81)	-306 ^{ns} (-2,51)	104,26* (192,70)	-0,18 ^{ns} (-2,47)	215,86* (122,22)	5,16 ^{ns} (15,78)	-1,09 ^{ns} (-5,45)
VEB vs Fert. (240)	-137,29 ^{ns} (-23,27)	-2,01 ^{ns} (24,02)	0,02 ^{ns} (2,31)	2,223 ^{ns} (-23,07)	74,09* (87,43)	-12,13 ^{ns} (-63,63)	80,01 ^{ns} (25,61)	-17,61 ^{ns} (-31,74)	-17,60 ^{ns} (-48,24)

⁽¹⁾ FV: (-): controle; VEB: vermicomposto de esterco bovino; Fert.: fertilização sintética com N, P e K (100% da dose recomendada); (180), (210) e (240): 180, 210 e 240 dias após o plantio, respectivamente. ⁽²⁾ Parte aérea: AFPA: área foliar da parte aérea; MSPA: matéria seca da parte aérea. ⁽³⁾ Sistema radicular: MSR: matéria seca da raiz; AR: área radicular. ⁽⁴⁾ Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca e Mg: conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. ⁽⁵⁾ (-) vs VEB: efeito do vermicomposto sobre o controle; (-) vs Fert.: efeito da fertilização sobre o controle e; VEB vs Fert.: efeito da fertilização sobre o vermicomposto. * e ^{ns}: significativo e não significativo a 5% pelo teste F, que nesse caso, os efeitos comparativos entre grupos tratados, se baseou na Diferença Mínima Significativa (DMS).

Aos 240 dias, efeitos significativos da AFPA e MSPA, em 43 e 86%, respectivamente, foram demonstrados quando da aplicação de VEB versus controle. Para MSR, o único efeito significativo observado se deu pela fertilização sintética versus controle, de 41%. Enquanto que para AR, vê efeitos contrários ao esperado, o que pode ser explicado pela busca de nutrientes pelas plantas controle, com substrato pobre, demandando maior sistema radicular em relação às plantas tratadas (Quadro 12), como destaca Primavesi (2002).

Já em relação ao acúmulo de nutrientes, com destaque à concentração de K, e comparando os efeitos fertilização sintética e VEB versus controle, pode-se afirmar que a adição de VEB, no substrato de crescimento das mudas de abacaxizeiro 'Vitória', diminuiria em até 63% a fertilização sintética sob o controle, para esse elemento vital à cultura (Malavolta, 1982; Souza, 1999; Baldotto et al., 2010).

O crescimento médio em altura das plantas: 0,38, 2,05, 1,59, 1,15 e 0,72 cm mês⁻¹; TC, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, indica uma diminuição no tempo de saída das mudas prontas para serem transferidas para o campo, em até 5 meses em relação ao TC para variável altura ideal (25 cm), segundo Teixeira et al. (2001), utilizando um terço de vermicomposto de esterco bovino mais dois terços de Latossolo Amarelo.

Ao analisar variáveis biométricas: NF, ALT, MFFD, MSFD e AF, com auxílio da regressão, de maneira geral, as melhores curvas de resposta foram conseguidas com um meio de Latossolo Amarelo mais um meio de VEB (T1), com as outras curvas por tratamento variando de acordo com cada atributo (Figuras 11, 12, 13 e 14).

Para o experimento definitivo, o ganho de folhas iniciou-se aos 30 DAP, se mantendo linear até os 240 dias, com melhor substrato sendo o T1, comparando-se aos demais, por meio da análise da equação de regressão, respectivo R² e inclinação da reta (Figura 11).

Para o atributo ALT, como no experimento piloto, observou um pequeno decréscimo para todos os tratamentos até os 120 DAP, havendo posterior recuperação do crescimento (Figura 11).

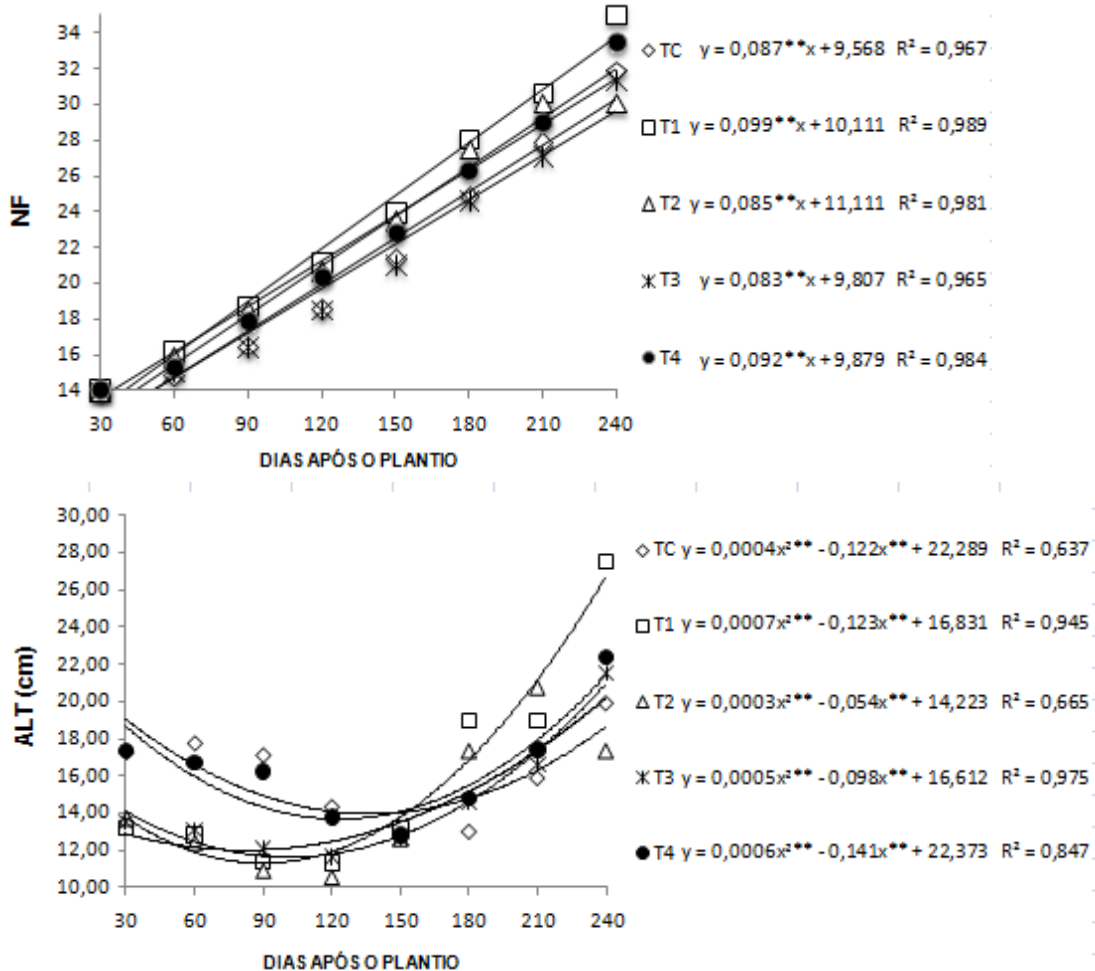


Figura 11. Regressão para as variáveis: número de folhas (NF) e altura (ALT) do abacaxizeiro 'Vitória', ao longo do tempo 30 a 240 dias, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

As figuras 11, 12 e 13 contêm gráficos de regressão de 30 a 120 DAP e 120 a 240 DAP, separadamente, já que em análise prévia do período de 30 a 240 DAP, verificou que o incremento para estas variáveis só acontecia a partir de 120 DAP, o que diminuía a inclinação da reta e, por conseguinte, o R² respectivo, obtendo um falso resultado de acordo com o tempo.

Quando observaram as curvas de resposta e suas respectivas equações de regressão, de 30 a 120 DAP e, 120 a 240 DAP, para a variável MFFD, concluiu que os abacaxizeiros respondem melhor também com os acúmulos de biomassa a partir dos 120 DAP, com ligeira queda em TC até os 120 DAP e, para MSFD: TC, T2, T3 e T4, recuperando o ganho de biomassa em seguida, com T1 superior a partir de 120 DAP (Figura 12).

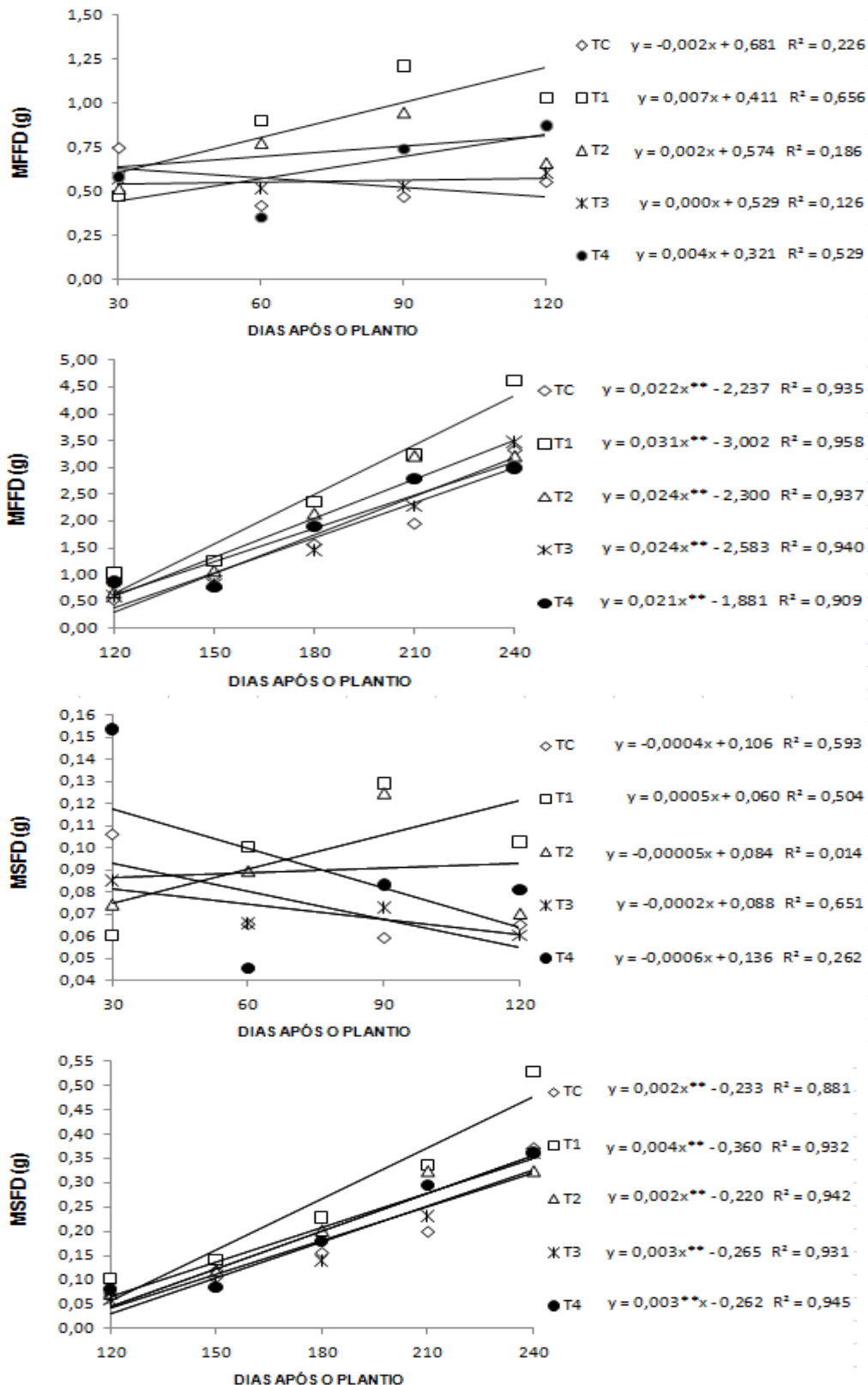


Figura 12. Regressão para as variáveis: matéria fresca e seca da folha D (MFFD e MSFD), respectivamente do abacaxizeiro 'Vitória', ao longo do tempo: 30 a 120 dias e, 120 a 240 dias, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

Em se tratando de AFD, os tratamentos que não continham VEB apresentaram ligeiro decréscimo até os 120 DAP, respondendo positivamente após esse tempo; o T1 foi o mais responsivo quando observaram as curvas de resposta no tempo, de 30 a 120 DAP e, 120 a 240 DAP (Figura 13).

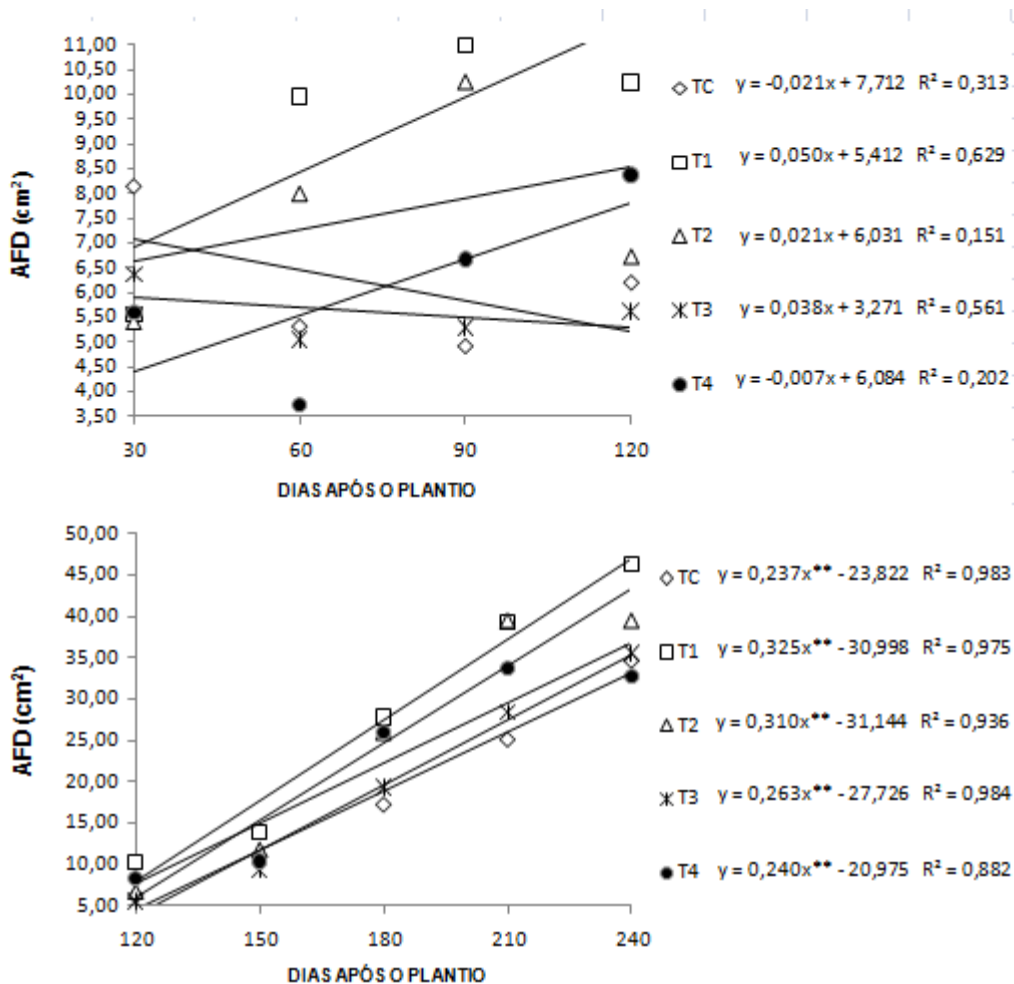


Figura 13. Regressão para a variável: área da folha D (AFD) do abacaxizeiro 'Vitória', ao longo do tempo: 30 a 120 dias e, 120 a 240 dias, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

A intensidade verde de folha (IVF), mensurada via SPAD, se atenuou em ordem decrescente de resposta: TC, T2, T1 e, T3~T4 (Figura 13), o que é explicado pela inclinação da curva de resposta, provavelmente as plantas com TC e T3 investiram mais na produção de clorofila para fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2004) quando comparado à resposta de crescimento, como verificou para a maior parte dos atributos até aqui analisados, em geral com

respostas inferiores. TC e T3, 30 DAP, tiveram uma menor IVF. A relação IVF e clorofila é explicada em outros trabalhos na cultura do mamão (Torres Netto et al., 2002) e café (Torres Netto et al., 2005).

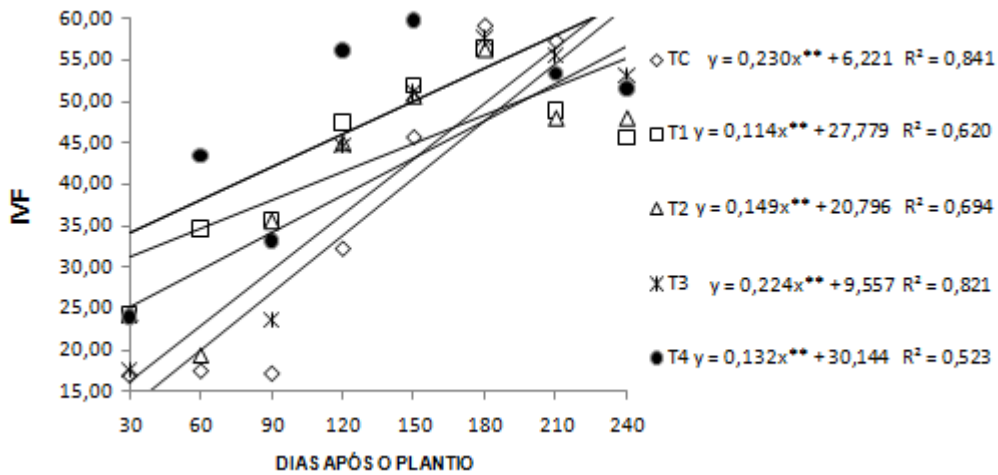


Figura 14. Regressão para a variável: intensidade verde de folha (IVF) do abacaxizeiro 'Vitória', ao longo do tempo: 30 a 240 dias, demonstrando a curva de resposta por tratamento.

Os resultados em geral indicam a importância do material orgânico, vermicomposto de esterco bovino (VEB), para promover o crescimento e acúmulo de macronutrientes nas mudas de abacaxizeiro cultivar 'Vitória' no período de aclimação de 240 dias, com algumas exceções como o tratamento T3 (0,33V+AH+BAC_(s)+BAC_(p)), cujas plantas cresceram menos quando reinocularam as *Bulkholderia* sp. UENF 114111 e *Bulkholderia silvatlantica* UENF 117111 (10^9 células mL⁻¹), 60 dias após o plantio, via pulverização, sendo em parte explicado pela fase de crescimento imprópria para o T3 e, o T4, contendo os fertilizantes solúveis, que foram obtidos resultados biométricos, nutricionais e de NMP abaixo do esperado (Quadro 14, no apêndice), devido ao fator substrato Latossolo Amarelo e posterior Horizonte A de Argissolo Amarelo, ambos os solos tropicais intemperizados, com baixa capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva) (Quadros 4 e 7), conforme Ribeiro et al. (1999).

RESUMO E CONCLUSÕES

A biotecnologia de produção de mudas via propagação *in vitro*, já está acessível aos produtores favorecendo a instalação de lavouras mais homogêneas com mudas mais tolerantes às pragas e doenças. Entretanto, a dificuldade de enraizamento e a lentidão no crescimento requerem muito tempo para aclimatização das mudas antes do transplante. A promoção do crescimento vegetal por microrganismos benéficos e/ou frações bioativas da matéria orgânica, tais como os ácidos húmicos, poder ser uma alternativa viável para diminuição do período em casa de vegetação e melhoria da eficiência de uso de nutrientes na cultura do abacaxizeiro. Neste trabalho foram avaliados o crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta a aplicação de vermicomposto de esterco bovino, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento no substrato, por meio de dois experimentos: Experimento Piloto: Escolha das melhores combinações para desenvolvimento de mudas em casa-de-vegetação. Experimento Definitivo: Confirmação dos melhores das combinações mais promissoras como substrato para plantio de mudas de abacaxi, comparando-os a um substrato com fertilização sintética. Os resultados obtidos evidenciam a importância do vermicomposto de esterco bovino (VEB) na proporção de 1/3 na composição do substrato, bem como sua importância como veículo para inoculação de bactérias promotoras de crescimento em mudas de abacaxizeiro cultivar 'Vitória' no período de aclimação. A aplicação de ácidos húmicos e bactérias não promoveram efeitos significativos na promoção do crescimento das plantas quando Latossolo Amarelo foi o substrato principal ou quando houve possível competitividade das bactérias inoculadas contra bactérias

nativas do vermicomposto. Em conclusão, o VEB adicionado como substrato para cultura do abacaxizeiro cultivar 'Vitória' micropropagado é eficiente para acelerar a fase de crescimento e aumentar a composição nutricional das plantas, conferindo maior chance de adaptabilidade das mudas às condições de crescimento e desenvolvimento a campo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, J. H., Harris, R. F. (2000) The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. *Annual Review of Phytopathology*, 38: 145-80.
- Antoniolli, Z. I., Giracca, E. M. N., Cardoso, S. J. T. (1996) Iniciação à Minhocultura. Santa Maria: Ed. UFSM, p. 59-89.
- Aquino, A. R. L. de, Vieira, A., Azevedo, J. A. de, Genú, P. J. de C., Kliemann, H. J. (1986) Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: Haag, P. H. Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais. Campinas, Fundação Cargill, p. 31-58.
- Arkihipova, T. N., Veselov, S. U., Melentiev A. I., Martynenko, E. V., Kudoyarova, G. R. (2005) Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil*, 272: 201-209.
- Baldani, V. L. D., Alvarez, M. A. B., Baldani, J. I., Döbereiner, J. (1986) Establishment of inoculated *Azospirillum* spp. in the rhizosphere and roots of field grown wheat and sorghum. *Plant Soil*, 90: 35-46.
- Baldani, V. L. D. (1996) Efeito da inoculação de *Herbaspirillum* spp. no processo de colonização e infecção de plantas de arroz, e ocorrência e caracterização parcial de uma nova bactéria diazotrófica. (Tese de Doutorado). Seropédica: UFRRJ. 238 p.
- Baldani, J. I., Caruso, L., Baldani, V. L., Goe, S. R., Döbereiner, J. (1997) Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 911-922.

- Baldotto, M. A. (2006) *Propriedades redox e grupos funcionais de ácidos húmicos*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 100p.
- Baldotto, M. A., Canellas, L. P., Canela, M. C., Simões, M. L., Martin-Neto, L., Fontes, M. P. F., Velloso, A. C. X. (2007) Propriedades redox e grupos funcionais de ácidos húmicos isolados de adubos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 465-475.
- Baldotto, L. E. B., Olivares, F. L. (2008) Phylloepiphytic interaction between bactéria and different plant species in a tropical agricultural system. *Canadian Journal of Microbiology*, 54: 918-31.
- Baldotto, L. E. B. (2009) Estrutura e fisiologia da interação entre bactérias diazotróficas endofíticas e epifíticas com abacaxizeiro cultivar vitória durante a aclimatização. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ. 137 p.
- Baldotto, L. E. B., Baldotto, M. A., Giro, V. B., Canellas, L. P., Olivares, F. L., Bressan-Smith, R. (2009) Desempenho do abacaxizeiro ‘Vitória’ em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 979-990.
- Baldotto, L. E. B., Baldotto, M. A., Olivares, F. L., Viana, A. P., Bressan-Smith, R. (2010) Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 349-360.
- Barboza, S. B. S. C., Graciano-Ribeiro, D., Teixeira, J. B., Portes, T. A., Souza, L. A. C. (2006) Anatomia foliar de plantas micropropagadas de abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 185-194.
- Boddey, R. M., Urquiaga, S., Alves, B. J. R., Reis, V. M. (2003) Endophytic nitrogen fixation in sugarcane: present knowledge and future applications. *Plant and Soil*, 252: 139-149.
- Buddendorf-Joosten, J. M. C., Woltering, E. J. (1994) Components of the gaseous environment and their effects on plant growth and development in vitro. *Plant Growth Regulation*, 15: 1-16.

- Burés, S. (1997) Substratos. Madrid: Ediciones Agrotécnicas S. L., p.156-159.
- Busato, J. G. (2008) Química do húmus e fertilidade do solo após adição de adubos orgânicos. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ. 135 p.
- Cabral, J. R. S., Souza, J. S., Ferreira, F. R. (1999) Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi. In: Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. Petrolina. Anais. 9 p.
- Caldeira, M. V. W., Schumacher, M. V., Barichelo, L. R., Vogel, H. L. M., Oliveira, L. da S. (1998) Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. Floresta, Curitiba, 28, n. 1 e 2, p. 19-30.
- Camargo, F. O., Santos, G. de A., Guerra, J. G. M. (1999) *Macromoléculas e substâncias húmicas*. In: Santos, G. de A.; Camargo, F. A. O. (Eds) *Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênese, p. 27-39.
- Canellas, L. P., Façanha, A. O., Olivares, F. L., Façanha, A. R. (2002) Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 130: 1951-1957.
- Canellas, L. P., Zandonadi, D. B., Olivares, F. L., Façanha, A. R. (2006) *Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas - o estímulo às H⁺-ATPases*. In: Manlio Silvestre Fernandes. (Org.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P. 175-200.
- Casagrande Jr., J. G., Voltolini, J. A., Hoffman, A., Fachinello, J. C. (1996) Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). *Revista Brasileira de Agrociência*, 2, n.3, p. 187-191.
- Cassells, A. C., Walsh, C. (1994) The influence of gas permeability of the culture lid on calcium uptake and stomatal function in *Dianthus* microplants. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 37: 171-178.

- Castro, A. C. (2003) Dimensionamento piloto para um sistema de vermicompostagem. Universidade Lusófona de Humanidade e Tecnologias. 178 p.
- Catunda, P. E. A., Marinho, C. S., Gomes, M. M. A., Carvalho, A. J. C. (2008) Brassinosteróide e substratos na aclimatização do abacaxizeiro 'Imperial'. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30: 345-352.
- Cerigioli, M. M. (2006) Diversidade de bactérias endofíticas de raízes de milho (*Zea Mays* L.) e potencial para promoção de crescimento. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 132 p.
- Chen, Y., Aviad, T. (1990) Effects of humic substances on plant growth. In: Maccarthy, P.; Capp, C.E.; Malcolm, R.L. & Bloom, P.R., eds. *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. Madison, American Society of America, p. 161-186.
- Compagnoni, L., Putzolu, G. (1985) *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. Barcelona: Editora de Vecchi, 127 p.
- Compant, S., Reiter, B., Sessitsch, A., Nowak, J., Clement, C., Ait-Barka, E. (2005) Endophytic colonization of *Vitis vinífera* L. by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp. Strain PsJN. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 71 (4): 1685-1693.
- Conceição, P. M., Vieira, H. D., Canellas, L. P., Olivares, F. L., Conceição, P. S. (2009) Efeito dos ácidos húmicos na inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em sementes de milho. *Ciência Rural*, 39, n. 6, p. 1880-1883.
- Conn, K. L., Nowak, J., Lazarovits, G. A. (1997) Gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 801-808.
- D'Eeckenbrugge, G. P., Leal, F. (2003) Morphology, anatomy and taxonomy. In: Bartholomew, D. P., Paull, R. E., Rohrbach, K. G. (Ed.) *The pineapple: botany, production and uses*. New York: CAB International. p. 13-32.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A. (2005) Effects of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy Sustainable Development*, 25: 183-191.

- Dell'agnola, G., Nardi, S. (1987) On overview of earthworm activity in the soil. In: Bonvicini Pagliai A.M., Omodeo P. (Eds.), On earthworms selected symposia and monographs. Part 2. Mucchi Editore, Modena, Italy, p. 103-112.
- Deng, R., Donnelly, D. J. (1993) In vitro hardening of red raspberry through CO₂ enrichment and relative humidity reduction on sugar-free medium. *Can. J. Plant Sci.* 73: 1105-1113.
- Desjardins, Y., Hdider, C., Riek, J. (1995) Carbon nutrition in vitro: regulation and manipulation of carbon assimilation in micropropagated systems. In: Akten-Christie, J., Kozai, T., Smith, M.L. (eds.) Automation and environmental control in plant tissue culture. Kluwer Academic Publishers, A.A. Dordrecht, The Netherlands, p. 441-471.
- Dionello, R. G. (2005) *Desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção de abacaxi (Ananas comosus (L) Merrill)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 184p.
- Divan-Baldani, V. L., Baldani, J. I., Döbereiner, J. (2000) Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, 30 (5-6): 485-491.
- Dobbss, L. B., Zandonadi, D. B., Evaristo, J. A. M., Façanha, A. L. O., Retamal, C. A., Façanha, A. R., Canellas, L. P. (2007) Ácidos húmicos estimulam a atividade da H⁺- ATPase da plasmalema em raízes de plântulas de arroz. In: *VII Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas*, Florianópolis.
- Dobereiner, J., Baldani, V. L. D., Baldani, J. I. (1995) Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas. Embrapa Agrobiologia, Seropédica. 66 p.
- Estrada-De Los Santos, P., Mavingui, P., Cournoyer, B., Fontaine, F., Balandreaw, J., Caballero-Mellado, J. (2002) A N²-fixing endophytic *Burkholderia* sp. associated with maize plants cultivated im Mexico. *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, 48 (4): 285-294.
- Façanha, A. R., Façanha, A. L. O., Olivares, F. L., Guridi, F., Santos, G. A., Velloso, A. C. X., Rumjanek, V. M., Brasil, F.; Schripsema, J., Braz, R.,

- Oliveira, M. A., Canellas, L. P. (2002) Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre as bombas de prótons da membrana plasmática. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 1301-1310.
- Faostat (2009) <http://www.faostat.fao.org>; acessado em 06 de janeiro de 2011.
- Ferrara, G., Brunetti, G. (2008) Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Itália. *Journal International des Science du la Vigne et du Vin*, 42: 79-87.
- Ferreira, F. R., Cabral, J. R. S. (1993) Pineapple germplasm in Brazil. *Acta Horticulturae*, 334: 23-26.
- Ferruzzi, C. (1997) *Manual de Lombricultura*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 137p.
- Folliot, M., Marchal, J. (1990) Influence du support de culture sur la vitesse de croissance in vitro des plantes d'ananas emphase d'acclimatation. *Fruits*, Paris, 45: 367-376.
- Fuchigami, L. H., Cheng, T. Y., Soeldner, A. (1981) Abaxial transpiration and water loss in aseptically cultured plum. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 519-522.
- Giro, V. B. (2008) Desempenho inicial do abacaxizeiro em resposta a adubação com fosfato natural de Araxá combinada com ácidos húmicos e ácido cítrico na axila foliar. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ. 47 p.
- Grattapaglia, D., Machado, M. A. (1990) Micropropagação. In: Torres, A.C. & Caldas, L.S. (Eds), *Técnicas e Aplicações da Cultura de Tecidos de Plantas*. Brasília, Embrapa, p. 99-169.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G. N., Pareky, L. J., Poople, P. S. (2002) Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*, 245: 83-93.
- Guerra, J. C. M., Santos, G. A., Silva, L. S., Camargo, F. A. O. (2008) Macromoléculas e substâncias húmicas. In: Santos, G. A., Ed.

- Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais. 2 ed. Porto Alegre, Metrópole, p. 19-26.
- Guppy, C. N., Menzies, N. W., Moody, P. W., Blamey, F. P. C. (2005) Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. *Australian Journal of Soil Research*, 43: 189-202.
- Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahafee, W.F., Kloepper, J.W. (1997) Bacterial Endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal Microbiology* 43: 895-914.
- Hallmann, J. (2001) Plant interactions with endophytic bacteria. In: Jeger, M. J., Spence, N. J. (Eds.) Biotic interactions in plant-pathogen associations. London. CAB International, p. 87-119.
- Harris, G. D., Platt, W.L., Price, B.C. (1990) Vermicomposting in a community. *Biocycle*, New York, 4 (1): 48 – 51.
- Hartmann, H. T., Kester, D.E., Davies, F.T. (1990) Plant propagation. Singapore, Prentice-Hall, 647 p.
- Hayes, M. H., Malcolm, R. (2001) Consideration of composition and aspects of the structures of humic substances. In: Hayes, M. H.; Malcolm, R. (eds.) Humic substances and chemical contaminants. Madison: *Soil Science Society of America*, p. 3-39.
- Hiscox, J. D., Israelstam, G. F. (1979) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.*, 57: 1332-1334.
- Hoffmann, A., Chalfun, N. N. J., Antunes, L. E. C., Ramos, J. D., Pasqual, M., Silva, C. R. de R. (1996) Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 319 p.
- IBGE (2009) Disponível: Site <http://www.sidra.ibge.gov.br> – Acesso em 06 de janeiro de 2011.
- INCAPER (2006) (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). Vitória nova cultivar de abacaxi resistente a fusariose. Documento n. 148, DCM-Incaper, Vitória, ES.
- Jenkinson, D. S., Ladd, J.N. (1981) Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, 5 (2): 415-471.

- Kämpf, A. N. (2000) Substrato. In: Kämpf, A. (Ed.). Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agropecuária, p.45-88.
- Karadeniz, A., Topcuoglu, S. F., Inan, S. (2006) Auxin, gibberellin, cytokinin and abscisic acid production in some bacteria. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22: 1061-1064.
- Katiyar, V., Goel, R. (2003) Solubilization of inorganic phosphate and plant growth promotion by cold tolerant mutants of *Pseudomonas fluorescens*. *Microbiology Research*, 158: 163-168.
- Kennedy, I. R. et al. (1997) Biological nitrogen fixation in nonlegumes field crops: facilitating the evolution of an effective association between Azospirillum and wheat. *Plant and Soil*, 194: 65-79.
- Kennedy, I. R., Choudhury, A. T. M. A., Kecskés, M. L. (2004) Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biology and Biochemistry*, 1-16.
- Kononova, M. M. (1982) *Matéria orgânica del suelo: su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona, Oikos-Tou. 365p.
- Konstantinidis, K. T., Tiedje, J. J. (2004) Trends between gene content and genome size in prokaryotic species with larger genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, 101 (9): 3160-3165.
- Kuklinsky-Sobral, J., Araújo, W. L., Mendes, R., Geraldi, I. O., Pizzirani-Kleiner, A. A., Azevedo, J. L. (2004) Isolation and characterization of soybean-associated bacteria and their potential for plant growth promotion. *Environmental Microbiology*, 6: 1244-1251.
- Landgraf, M. D., Alves, M. R., Silva S. C. E., Rezende, M. O. O. (1999) *Química Nova*, 22: 483.
- Lazarovitz, G., Nowak, J. (1997) Rhizobacterium for improvement of plant growth and establishment. *Hortscience*, 32: 188-192.
- Leal, J. R., Velloso, A. C. X. (1973) Adsorção de fosfato em Latossolo sob vegetação de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8: 89- 92.
- Lodewyckx, C., Vangronsveld, J., Porteous, F., Moore, E. R. B., Taghavi, S., Mezgeay, M., van der Lelie, D. (2002) Endophytic bacteria and their potential applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 21: 583-606.

- Lorenzi, H. (2002) *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas*. Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 512 p.
- Luvizotto, O. M. (2008) Caracterização fisiológica e molecular de *Burkholderia* spp. Associadas às raízes de cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- Malavolta, E. (1982) Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: Anais do simpósio brasileiro de Abacaxicultura, 1, Jaboticabal, p. 121-153.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. de. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações, 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p.
- Malézieux, E., Bartholomew, D. P. (2003) Plant Nutrition. In: Bartholomew, D. P., Paul, R. E., Rohrbach, K. G. (eds.) The pineapple- botany, production and uses. Honolulu: CABI Publishing, p. 143-165.
- Manica, I. (1999) Fruticultura Tropical 5. Abacaxi. Porto Alegre: Cinco Continentes. 501 p.
- MAPA (2009) Disponível: Site <http://www.agricultura.gov.br> – Acesso em 24 de janeiro de 2010.
- Mariano, R. L. R., Silveira, E. B., Assis, S. M. P., Gomes, A. M. A, Nascimento, A. R. P., Donato, V. M. T. S. (2004) Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. , 25: 183-191. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, 1: 89-111.
- Marques Júnior, R. B. (2006) Potencial do uso combinado de substâncias húmicas e bactérias diazotróficas endofíticas para bioestimulação de plantas. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 88 p.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Garcia, C. (1999) Soil agroecological management: fertirrigation and vermicompost treatments. Biores. Technol., 59: 199-206.
- Mello, M. R. F., Mariano, R. L. R., Menezes, M., Câmara, T. R., Assis, S. M. P. (2002) Seleção de bactérias e métodos de bacterização para

- promoção de crescimento em mudas de abacaxizeiro micropropagadas. *Summa Phytopathologica*, 28: 222-228.
- Mendes, R., Pizzirani-Kleiner, A. A., Araujo, W. C., Raaijmakers, J. M. (2007) Diversity of cultivated endophytic bacteria from sugarcane: Genetic and biochemical characterization of *Burkholderia cepacia* complex isolates. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 73 (22): 7259-7267.
- Minhocultura (2003) Disponível: Site <http://www.planeta.terra.com.br/informatica/zerenato/minhocas.html> - Acesso em 25 de maio de 2003.
- Minhoni, M. T. A., Cerri, C. C. (1987) Aplicação da radiação gama na determinação da biomassa de um solo incorporado com vinhaça. *Revista Microbiologia*, 18:87-92.
- Minhoni, M. T. A., Cardoso, E. J. B. N., Eira, A. F. (1991) Efeito de cinco tipos de matéria orgânica na solubilização microbiana de fosfato de rocha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 15: 29-35.
- Moreira, M. A. (2001) Produção e aclimação de mudas micropropagadas de abacaxizeiro: *Ananas Comosus* (L) Merrill cv. Pérola. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 81p.
- Moreira, M. A., Carvalho, J. G., Pasqual, M., Fráguas, C. B., Silva, A. B. (2006) Efeito de substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 30 (5): 875-879.
- Muscolo, A., Nardi, S. (1997) Auxin or auxin-like activity of humic matter. In: Drozd, J., Gonet, S. S., Senesi, N. E., Weber, J., eds. *The role of humic substances in the ecosystems and environmental protection*. Wroclaw, Polish Society of Humic Substances. P.987-992.
- Muscolo, A., Bovallo, F., Gionfriddo, F., Nardi, S. (1999) Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biol. Biochem.*, 31: 1303-1311.
- Nardi, S., Concheri, G., Dell'agnola, G. (1996) Biological activity of humus. In: Piccolo, A. (ed.), *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Elsevier, New York, p. 361-40.

- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A. (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology & Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- Novais, R. F., Smyth, T. J. (1999) Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, DPS. 399 p.
- Nowak, J. (1998) Benefits of in vitro "biotization" of plant tissue cultures with microbial inoculants. *In Vitro Cell. Dev. Biol.--Plant* 34: 122-130.
- Olivares, F. L. (2009) Biologia do Solo- história, tendências e perspectivas. *Boletim informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – vol. 34, n. 1 (jan./abr. 2009).* – Campinas: SBCS, p. 33 e 34.
- Olivares, F. L. , Canellas, L. P., Carriello, R. C., Busato, J. G., Ndaw, S. M., Marques Jr., R. B., Baldotto, L. E. B., Zandonadi, D. B., Dobbss, L. B., Aguiar, N. D., Chagas, J. G, Aguiar, K. P., Giro, V. B., Bento, M. A. O., Gonzaga Jr., L, Façanha, A. R. (2010) Technological advances and field application of a new biofertilizer based on endophytic bacteria and humic acid. In: 12th International Symposium on Biological Nitrogen Fixation with non-legume & 2nd International INCT Symposium on Biological Nitrogen Fixation, Book of Abstracts, Búzios, RJ.
- Oliveira, A. L. M., Urquiaga, S., Döbereiner, J., Baldani, J. I. (2002) Plant and Soil, *The Hoque*, 242: 205-215.
- Padmavathiamma, P. K., Li, L. Y., Kumari, U. R. (2008) An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology*: 99, 1672–1681.
- Peixoto, J. R. (1986) Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Favicarpa* Deneger). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 101 p.
- Perin, L., Martinez-Aquilar, L., Paredes-Valdez, G., Baldani, J. I., Estrada-De LOS Santos, P., Reis, V. W., Cavallero-Mellado, J. (2006) *Burkholderia silvatlantica* sp. Nov., a diazotrophic bacterium associated with sugarcane and maize. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Reading, 56 (8): 1931-1937.

- Peuravuori, J. (2005) NMR spectroscopy study of freshwater humic material in light of supramolecular assembly. *Environmental Science & Technology*, 39, 5541-5549.
- Piccolo, A., Conte, P., Cozzolino, A. (1999) Conformational association of dissolved humic substances as affected by interactions with mineral and monocarboxylic acids. *Europ. J. of Soil Sci.*, 50: 687-694.
- Piccolo, A., Conte, P. (2000) Molecular size of humic substances. Supramolecular associations versus macromolecular polymers. *Adv. in Environ. Res.*, 3: 508-521.
- Piccolo, A. (2001) The supramolecular structure of humic substances. *Soil Sci.*, 166: 810-832.
- Piccolo, A. (2002) The supramolecular structure of humic substances: a novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Advances in Agronomy*, 75, 57-133.
- Piccolo A., Spiteller M. (2003) Electrospray ionization mass spectrometry of terrestrial humic substances and their size fractions. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, 377, 1047-1059.
- Pospisilová, J., Solarová, Catsky, J. (1992) Photosynthetic responses to stress during in vitro cultivation. *Photosynthetica*, 26: 3-18.
- Preece, J. E., Sutter, E. (1991) Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field. In: Debergh, P. Zimmerman, R. (eds.) *Micropropagation: Technology and application*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 71-94.
- Primavesi, A. (2002) *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel. 543 p.
- Quaggiotti, S., Rupert, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V., Nardi, S. (2004) Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany*, 55: 803-813.
- Ramos, M. J. M. (2006) *Caracterização e sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar Imperial*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 95 p.

- Raij, B. van (1991) Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 343 p.
- Reis, V. M., Estrada-De Los Santos, P., Tenorio-Salgado, T., Vogel, J., Stoffels, M., Baldani, J. I., Balandreaw, J., Hartinan, A., Caballero-Mellado, J. (2004) *Burkholderia tropica* sp. nov., a novel nitrogen-fixing, plant-associated bacterium. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Reading, 54 (6): 2155-2162.
- Ribeiro, A. C., Guimarães, P. T. G., Alvarez V., V. H. (1999) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação, Viçosa, MG, 359 p.
- Ribeiro Jr., J. I., Melo, A. L. P. (2008) Guia Prático para utilização do SAEG. Viçosa, MG, 288 p.
- Richardson, A. E., Hadobas, P. A. (1997) Soil isolates of *Pseudomonas* spp. that utilise inositol phosphates. *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 509–516.
- Rodda, M. R. C., Canellas, L. P., Façanha, A. R., Zandonadi, D. B., Guerra, J. G. M., Almeida, D. L. De, Santos, G.A. (2006a) Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I - Efeito da concentração. *R. Bras. Ci. Solo*, 30: 649-656.
- Rodda, M. R. C., Canellas, L. P., Façanha, A. R., Zandonadi, D. B., Guerra, J. G. M., Almeida, D. L. De, Santos, G. A. (2006b) Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. II - efeito da fonte de vermicomposto. *R. Bras. Ci. Solo*, 30: 657-664.
- Rodriguez, H., Gonzalez, T., Selman, G. (2000) Expression of a mineral phosphate solubilizing gene from *Erwinia herbicola* in two rhizobacterial strains. *Journal of Biotechnology Advances*, 17: 319-339.
- Rodriguez, H., Fraga, R. (1999) Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17: 319-339.
- Rovira, P. A. S., G. Brunetti, G., Polo, A., Senesi, N. (2002) Comparative chemical and spectroscopic characterization of humic acids from sewage sludges and sludge-amended soils. *Soil Science*, 167:235-245.

- Saiz-Jimenez, C., Hermosin, B., Trubetskaya, O. E., Reznikova, O. I., Afanas'Eva, G. V., Trubetskoj, O. A. (2006) Thermochemolysis of genetically different soil humic acids and their fractions obtained by tandem size exclusion chromatography-polyacrylamide gel electrophoresis. *Geodenna*, 131, 22-32.
- Santos, S. T. (2008) Biogeografia de bactérias culturáveis associadas às fruteiras tropicais. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, Campos dos Goytacazes, RJ, 105 p.
- Savoia, D., Zucca, M. (2007) Clinical and environmental *Burkholderia* strains: biofilm production and intracellular survival. *Current Microbiology*, 54: 440-444.
- Senesi, N. (1989) *Science of the Total Environment*, 81/82, 521.
- Sessith, A., Coenye, T., Sturz, A. V., Vandamme, P., Barka, E. A., Salles, J. F., Van Elsas, J. D., Faure, D., Reiter, B., Glick, B. R. (2005) *Burkholderia phytofirmans* sp. Nov., a novel plant-associated bacterium with plant beneficial properties. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Reading, 55: 1187-1192.
- Simpson, A. J., Burdon, J., Graham, C. L., Hayes, M. H. B., Spencer, N., Kingery, W. L. (2001) Interpretation of heteronuclear and multidimensional NMR spectroscopy of humic substances. *Europ. J. Soil Sci.*, 52: 495-510.
- Simpson, A. J. (2002) Determining the molecular weight, aggregation, structures and interactions of natural organic matter using diffusion ordered spectroscopy. *Magnetic Resonance in Chemistry*, 40, 572-582.
- Smith, J. L.; Paul, E. A. (1990) The significance of soil microbial biomass estimations. In: Bollag, J. M.; Stotzky, G. (Eds.) *Soil biochemistry*. New York: Marcel Dekker, p.339-357.
- Sposito, G. (1989) *The chemistry of soils*. Oxford University Press, New York, 304 p.
- Souza Júnior, E. E., Barboza, S. B. S. C., Souza, L. A. C. (2001) Efeitos de substratos e recipientes na aclimatização de plântulas de abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) Merrill] cv. Pérola. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 31: 147-151.

- Souza, L. F. da S. (1999) *Exigências edáficas e nutricionais*. In: Cunha, G. A. P. da, Cabral, J. R. S., Souza, L. F. da S. (Orgs.) *O abacaxizeiro. Cultivo, agroindústria e economia*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.67-77.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H. (1960) *Principles and procedures of statistics with special referende to the biological sciences*. New York: McGraw-Hill Book Company. 453p.
- Sutton, R., Sposito, G. (2005) Molecular structure in soil humic substances: the new view. *Environmental Science & Technology*, 39, 9009-9015.
- Sturz, A. V., Christies, B. R., Nowak, J. (2000) Bacterial endophytes, potential role in developing sustainable systems of crop production. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 19: 1-30.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, p.449-484.
- Tarafdar, J. C., Jungk, A. (1987) Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. *Biology and Fertility of Soils*, 3: 199–204.
- Tedesco, M. J., Selbach, P. A, Gianello, C. (1999) Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. (Eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo, ecossistemas Tropicais e Subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, p.159-192.
- Tedesco, N., Caldeira, M. V. W., Shumacher, M. V. (1999) Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micrantha* Chamisso). *Revista Árvore*, Viçosa, 23, n.1, p. 1-8.
- Teixeira, J. B., Cruz, A. R. R., Ferreira, F. R., Cabral, J. R. (2001) Biotecnologia aplicada à produção de mudas: produção de mudas micropropagadas de abacaxi. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, 3: 42-47.
- Tejada, M., Gonzalez, J. L. (2004) Effect of foliar application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. *European Journal of Agronomy*, 21: 31-40.
- Thurman, E. M., Malcolm, R. L. (1981) Preparative isolation of aquatic humic substances. *Environmental Sceince & Thecnology*, 15: 463-466.

- Torres Netto, A., Campostrini, E., de Oliveira, J. G., Yamanishi, O. K. (2002) Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 14 (3): 203–210.
- Torres Netto, A., Campostrini, E., de Oliveira, J. G., Bressan-Smith, R. E. (2005) Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll *a* fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, 104: 199–209.
- Vaughan, D., Malcolm, R. E. (1985) Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcolm, R.E. (Eds.), *Soil Organic Matter and Biological Activity*. Martinus-Nijhoff, Boston, MA, USA, p. 37-75.
- Verma, S. C., Ladha, J. K., Tripathi, A. K. (2001) Evaluation of plant growth promoting and colonization ability of endophytic diazotrophs from deep water rice. *Journal of Biotechnology*, 91: 127-141.
- Vial, Ludovic, Groleau, M. C., Dekimpe, V., Déziel, E. (2007) *Burkholderia* Diversity and versatility: an inventory of the extracellular products. *Journal of Microbiology and biotechnology*, Seoul, 17 (9): 1407-1429.
- Wang, K., Xing, B. (2004) Proton correlation times and segmental mobility of humic acids in two solvents. *Soil Sci.*, 169: 168-175.
- Weber, O. B., Correia, D., Silveira, M. R. da, Crisóstomo, L. A., Oliveira, E. M. de, Sá, E. G. (2003a) Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiro Cayenne Champac em diferentes substratos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 689-696.
- Weber, O. B., Correia, D., Rocha, M. W., Alvez, G. C., Oliveira, E. M., Sá, E. G. (2003b) Resposta de plantas micropropagadas de abacaxizeiro à inoculação de bactérias diazotróficas em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 1419-1426.
- Weber, O. B., Baldani, V. L. D., Teixeira, K. R. S., Kirchhof, G., Baldani, J. I., Dobereiner, J. (1999) Isolation and characterization of diazotrophic bacteria from banana and pineapple plants. *Plant and Soil*, 210: 103-113.

- Wellburn, A. R. (1994) The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiol.*, 144: 07-313.
- Wetzstein, H., Sommer, H. E. (1982) Leaf anatomy of tissue-cultured *Liquidambar styraciflua* (Hamamelidaceae) during acclimatization. *American Journal of Botany*, 69 (10):1579-1586.
- Zahir, Z. A., Arshad, M., Frankenberger Jr, W. T. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.
- Zandonadi, D. B., Canellas, L. P., Façanha, A. R. (2007) Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*, 225: 1583 – 1595.
- Ziv, M., Schwartz, A., Fleminger, D. (1987) Malfunctioning stomata in vitreous leaves of carnation (*Sianthus caryophyllus*) plants propagated in vitro; implications for hardening. *Plant. Sci.*, 52: 127-134.
- Zahir, Z. A., Arshad, M., Frankenberger Jr, W. T. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.
- Zandonadi, D. B., Canellas, L. P., Façanha, A. R. (2007) Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. *Planta*, 225: 1583 – 1595.
- Ziv, M., Schwartz, A., Fleminger, D. (1987) Malfunctioning stomata in vitreous leaves of carnation (*Sianthus caryophyllus*) plants propagated in vitro; implications for hardening. *Plant. Sci.*, 52: 127-134.

APÊNDICES

Quadro 13. Características de crescimento e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 90 dias pós-plantio.

Tratamento ⁽¹⁾	Características de crescimento e acúmulo de nutrientes														
	Parte aérea ⁽²⁾						Sistema radicular ⁽³⁾				Conteúdo de nutrientes ⁽⁴⁾				
	NF	ALT	DR	DB	MFPA	MSPA	AF	MFR	MSR	AR	N	P	K	Ca	Mg
unid.	----- cm -----		mm	--- g planta ⁻¹ ---	cm ²	--- g planta ⁻¹ ---	%	----- mg planta ⁻¹ -----							
(-)	15c	7,5e	12,60d	11,20b	5,99d	0,68c	4,44d	3,12bcd	0,78ns	100,00b	3,52c	1,92c	2,73c	6,96ns	0,52c
0,33V	20a	12,7ab	18,25abc	17,05a	18,16a	1,82a	17,35ab	4,36ab	0,39ns	136,98ab	16,70a	7,03a	10,39a	11,37ns	1,09a
0,50V	20a	12,8 ^a	18,33ab	15,92a	17,41ab	1,71ab	15,69abc	4,41a	0,42ns	197,05a	14,94ab	7,36a	10,34ab	9,17ns	1,01ab
AH+BAC _(s)	16b	8,0de	15,52c	12,34b	5,53d	0,62c	6,47d	2,74cd	0,28ns	88,99b	4,32c	1,75c	2,79c	6,29ns	0,49c
0,33V+AH+BAC _(s)	20a	10,9c	17,52abc	15,94a	15,25abc	1,59ab	16,71ab	4,13ab	0,37ns	133,61ab	14,52ab	6,26ab	9,53ab	9,33ns	0,87ab
0,50V+AH+BAC _(s)	20a	11,9abc	17,65abc	15,64a	14,03c	1,47b	14,07c	3,95abc	0,38ns	141,45ab	13,78ab	6,62ab	9,00ab	9,34ns	0,92ab
AH+BAC _(s) +BAC _(p)	16bc	9,0d	15,76bc	10,81b	5,64d	0,68c	5,53d	2,61d	0,26ns	76,78b	4,21c	1,63c	2,49c	7,25ns	0,51c
0,33V+AH+BAC _(s) +BAC _(p)	21a	11,3bc	18,85a	15,89a	14,65bc	1,48b	15,22bc	4,13ab	0,39ns	124,36b	13,22b	5,92b	8,58b	9,32ns	0,83b
0,50V+AH+BAC _(s) +BAC _(p)	20a	12,7ab	17,67abc	15,29a	16,34abc	1,63ab	17,94a	3,82abcd	0,31ns	118,11b	16,46ab	5,58ab	9,62a	8,13ns	0,86ab

(¹) Tratamentos: (-), controle; 0,33V, 33% de vermicomposto de esterco bovino no substrato (horizonte B de Latossolo Amarelo); 0,50V, 50% de vermicomposto de esterco bovino no substrato; AH, ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino; BAC_(s), solução de bactérias promotoras de crescimento vegetal misturadas ao substrato; BAC_(p), solução de bactérias promotoras de crescimento vegetal pulverizadas sobre abacaxizeiro. (²) Parte aérea: NF: número de folhas; ALT: altura; DR: diâmetro da roseta; DB: diâmetro da base; MFPA: matéria fresca da parte aérea; MSPA: matéria seca da parte aérea; AF: área da folha D. (³) Sistema radicular: MFR: matéria fresca da raiz; MSR: matéria seca da raiz; AR: área radicular. (⁴) Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg. Médias seguidas pela mesma letra não diferem e, seguidas por ns, não são significativas, entre si, pelo Teste de Fisher-LSD a 5%.

Quadro 14. Características de crescimento e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plântulas de abacaxizeiro 'Vitória', aos 240 dias pós-plantio.

Tratamento ⁽¹⁾	Características de crescimento e acúmulo de nutrientes														
	Parte aérea ⁽²⁾						Sistema radicular ⁽³⁾				Conteúdo de nutrientes ⁽⁴⁾				
	NF	ALT	DR	DB	MFPA	MSPA	AF	MFR	MSR	AR	N	P	K	Ca	Mg
unid.	----- cm -----	----- cm -----	mm	mm	--- g planta ⁻¹ ---	cm ²	--- g planta ⁻¹ ---	--- g planta ⁻¹ ---	%	----- mg planta ⁻¹ -----					
(-)	32ns	19,95d	34,20c	17,72c	42,73b	4,51c	34,71b	2,77b	0,51c	100ns	54,10c	7,11b	176,61b	32,71c	19,97b
0,33V	35ns	27,55 ^a	45,20a	23,61a	80,94a	10,00a	46,35a	3,94ab	0,72ab	86ns	94,62b	22,70a	360,12a	69,62a	45,89a
0,33V+AH+BAC _(s)	35ns	24,90b	44,40ab	22,47a	74,48a	8,91a	42,60a	5,14a	0,85a	88ns	85,72b	22,77a	357,39a	55,73b	38,30a
0,33V+AH+BAC _(s) +BAC _(p)	31ns	21,55cd	40,50b	19,60b	46,13b	6,21b	35,55b	2,72b	0,52bc	64ns	72,46bc	11,70b	219,88b	41,08c	25,25b
NPK _(100%)	33ns	22,40c	41,50ab	19,53bc	48,43b	6,36bc	32,74b	3,96ab	0,71ab	97ns	158,36a	6,93b	392,47a	37,87c	18,89b

⁽¹⁾ Tratamentos: (-), controle; 0,33V, 33% de vermicomposto de esterco bovino no substrato (Latossolo Amarelo); AH, ácidos húmicos isolados de vermicomposto de esterco bovino; BAC_(s), solução de bactérias promotoras de crescimento vegetal misturadas ao substrato; BAC_(p), solução de bactérias promotoras de crescimento vegetal pulverizadas sobre abacaxizeiro. ⁽²⁾ Parte aérea: NF: número de folhas; ALT: altura; DR: diâmetro da roseta; DB: diâmetro da base; MFPA: matéria fresca da parte aérea; MSPA: matéria seca da parte aérea; AF: área da folha D. ⁽³⁾ Sistema radicular: MFR: matéria fresca da raiz; MSR: matéria seca da raiz; AR: área radicular. ⁽⁴⁾ Conteúdo de nutrientes: N, P, K, Ca, Mg. Médias seguidas pela mesma letra não diferem e, seguidas por ns, não são significativas, entre si, pelo Teste de Fisher-LSD a 5%.